

青少年颅颌面矢状向及垂直向生长发育与颈椎骨成熟度的相关性分析

彭凯露¹, 郑之峻^{1,2}, 高娟²

(1. 贵州医科大学口腔医学院 贵州 贵阳 550004; 2. 贵阳市口腔医院口腔正畸科 贵州 贵阳 550002)

[摘要]目的: 运用大样本建立多变量模型, 通过对青少年颅颌面矢状向及垂直向生长发育与颈椎骨成熟度之间的相关性研究, 探讨两者的关系, 为临床诊断和矫治设计提供更加准确的参考依据。**方法:** 纳入4 176名受试者(2 088名男性和2 088名女性), 年龄8~18岁, 这些受试者平均分布在颈椎骨龄QCVM I~III期, 每个QCVM阶段组有相同数量的男性和女性; 为每个QCVM分期组运行多元回归模型, 以评估各项垂直向及矢状向头影测量参数与达到相应QCVM分期的年龄之间的相关性。**结果:** 在QCVM-I期组(模型1)中, R^2 为0.41, 性别、SNA、Go-Pog、Wits、Go-Co、OP-SN、N-S-Ar、N-Go-Me与达到QCVM-II期的年龄呈正相关, Ptm-A与达到QCVM-I期的年龄呈负相关。在QCVM-II期组(模型2)中, R^2 为0.3563, 性别、SNA、Go-Pog、Wits、Go-Co、N-S-Ar、N-Go-Me与达到QCVM-II期的年龄呈正相关, Ptm-A与达到QCVM-II期的年龄呈负相关。在QCVM-III期组(模型3)中, R^2 为0.1286, 性别、SNA、Ptm-A、Go-Co、N-S-Ar与达到QCVM-III期的年龄呈正相关, OP-SN、Ar-Go-N与达到QCVM-II期的年龄呈负相关。**结论:** 矢状向和垂直向颅颌面骨生长发育与颈椎骨成熟度具有显著相关性: 矢状向上, 在生长加速期和高峰期促进上颌骨矢状向生长发育或下颌体长度增加的疗效优于减速期。垂直向上, 下颌升支的倾斜度随着年龄的增加而增加, 干预垂直骨面型形成的最佳时期是生长加速期。另外, 男性到达生长加速期、生长高峰期、生长减速期的时间均比女性晚1岁左右, 三个骨龄分组间的平均年龄依次相差2岁左右。

[关键词] 青少年; 颅颌面部生长发育; 颈椎骨成熟度; 颈椎骨龄; QCVM定量分期法

[中图分类号]R783.5 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1008-6455(2025)08-0007-06

Correlation Analysis of Adolescent Craniomaxillofacial Sagittal and Vertical Growth and Development with Cervical Spine Bone Maturity

PENG Kailu¹, ZHENG Zhijun^{1,2}, GAO Juan²

(1. School of Stomatology, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China; 2. Department of Orthodontics, Guiyang Hospital of Stomatology, Guiyang 550002, Guizhou, China)

Abstract: Objective The objective of this study was to explore the relationship between adolescent craniomaxillofacial sagittal and vertical growth and cervical vertebral bone maturity. To achieve this, a large sample was used to establish a multivariate model, which provides a more accurate reference for clinical diagnosis and orthodontic design. **Methods** A total of 4176 subjects (2088 males and 2088 females), aged 8-18 years, were enrolled in the study. The subjects were distributed evenly across the cervical bone age QCVM stages I-III, with an equal number of males and females in each QCVM stage group. Multiple regression models were run for each QCVM stage group to assess the correlation between each of the vertical and sagittal cephalometric parameters and the age of attainment of the corresponding QCVM stages. **Results** The results indicated that in the QCVM-I stage group (model 1), R^2 was 0.41, and sex, SNA, Go-Pog, Wits, Go-Co, OP-SN, N-S-Ar, and N-Go-Me were positively correlated with the age of attaining QCVM-II, while Ptm-A was negatively correlated with the age of attaining QCVM-I. In the QCVM2 stage group (model 2), the coefficient of determination (R^2) was 0.3563. Sex, SNA, Go-Pog, Wits, Go-Co, N-S-Ar, and N-Go-Me were positively correlated with the age of reaching QCVM2, while Ptm-A was negatively correlated with the age of reaching QCVM2. In the QCVM-III group (model 3), the R^2 was 0.1286. Sex, SNA, Ptm-A, Go-Co, and N-S-Ar were positively correlated with the age of reaching QCVM3, while OP-SN and Ar-Go-N were negatively correlated with the age of reaching QCVM2. **Conclusion** There was a significant correlation between sagittal and vertical craniofacial-mandibular growth and development and cervical bone maturity. In sagittal growth, the efficacy of promoting maxillary growth

通信作者: 郑之峻, 副院长、主任医师; 主要从事口腔正畸临床相关研究。E-mail: 13648508006@163.com

第一作者: 彭凯露, 硕士研究生在读、住院医师; 主要从事口腔正畸临床相关研究。E-mail: 631285973@qq.com

and mandibular body lengthening was greater during the accelerated and peak growth phases than during the decelerated phase. In terms of vertical growth, the inclination of the ascending mandibular branch increases with age. Consequently, the optimal period to intervene in the formation of the vertical osteofacial shape is the period of growth acceleration. Furthermore, males reached the accelerated, peak, and decelerated periods of growth approximately one year later than females. The mean age difference between the three bone age subgroups was approximately two years in that order.

Key words: adolescent; craniofacial and maxillofacial growth and development; cervical bone maturity; cervical bone age; quantitative phasing method

颅颌面部矢状向及垂直向生长发育状态的评估对于正畸的诊断、治疗、预后都有重要意义^[1]。尤其在对青少年骨性错殆畸形患者进行功能矫治时,了解骨骼成熟时间与颅颌面部生长(包括矢状向^[2-3]和垂直向^[4])之间的关系至关重要。在矢状向上,功能矫治器矢状向纠正骨性II类受试者的骨骼效果显著,且长期稳定性较好^[5]。相关临床研究表明安氏II类1分类错殆畸形患者应用TB联合自锁托槽具有良好的矫正效果,可调整上下颌关系,纠正软组织畸形^[6]。改良Twin-block功能矫治器治疗儿童下颌后缩能够有效地改善患者的颜面美学,并促使患者的颜面能够趋于协调、自然^[7],但最佳矫治时期尚有争议。在垂直向上,上下颌骨垂直向的生长特征对于理解开合形成及治疗机制至关重要,有助于高度不调所致相关错殆的诊断和治疗方案的制定^[8]。因此,了解特定生长发育水平与颅颌面部骨骼矢状向和垂直向生长发育的相关性,对于确定干预时机具有十分重要的临床意义。

关于评估生长发育水平的方法,过去的研究通过探索人体的生物龄与年龄之间的关系,发现骨龄更准确地反映了个体的发育水平和身体成熟程度^[9]。其中,陈莉莉等^[10-11]提出了基于第2~4颈椎的颈椎骨龄定量分期法,该方法选取了最具代表性的颈椎形态参数,建立了颈椎骨龄定量计算公式,具有较高的精确性和可重复性。这种方法不仅可以定性地评估个体的生长发育水平,还可以进行定量分析,对研究对象的骨龄分期具有指导意义,在临床上和各项研究中逐渐被广泛应用。

了解青春期前后各骨骼成熟阶段的时间与青少年颅颌面矢状及垂直向生长发育之间的关系极为重要。既往研究多受到单变量分析的限制^[3,12],部分研究虽然使用了多变量模型^[13-14],但样本量级太小,且纳入的测量指标太少,相关研究尚不清楚。因此,本研究旨在运用大样本建立多变量模型,通过对青少年颅颌面矢状及垂直向生长发育与颈椎骨成熟度之间的相关性进行分析,探讨两者的关系,为临床诊断和矫治设计提供更加准确的参考依据。

1 资料和方法

1.1 研究对象:收集2021年1月-2023年12月就诊于贵阳市口腔医院正畸科的7 310例青少年患者的术前头颅侧位片作为初始样本。纳入标准:①年龄为8~18岁;②颈椎骨龄处

于QCVM I~III期;③影像资料清晰。排除标准:①有既往正畸治疗史;②有颅面畸形或颅面外伤史;③有颞下颌关节紊乱症状。从7 310名受试者的初始样本中筛选出4 176名受试者(男性和女性各2 088名)纳入研究,这些受试者平均分布在颈椎骨龄QCVM-I期(生长加速期)、QCVM-II期(生长高峰期)、QCVM-III期(生长减速期),每个QCVMPP阶段组也有相同数量的男性和女性(每组各696名)。

1.2 测量项目

1.2.1 颅颌面矢状向及垂直向测量:首先对受试者的年龄、性别进行统计,然后将受试者的头颅侧位片导入数字化测量软件(智贝云, <https://www.zhibei cloud.com/>)中进行定点、测量,矢状向测量项目如下。①SNA:由S点、N点及A点所构成的角,反映上颌相对于颅部的前后位置关系;②Ptm-A: Ptm点与ANS点在FH平面上垂足间的距离;③SNB:由S点、N点及B点所构成的角,反映下颌相对于颅部的前后位置关系;④Go-Pog: Go点到Pog点的距离,反映下颌体的长度;⑤ANB: A点、N点及B点构成的角,反映上下颌骨对颅部的相互位置关系;⑥Wits: A点与B点在OP平面上垂足间的距离。垂直向测量项目如下:①FH-MP: FH平面与MP平面的交角,反映下颌体的陡度和面部的高度;②SN-MP: SN平面与MP平面的交角,其意义同FH-MP;③SGn-FH: SGn与FH相交的下前角,反映颈部的突缩和面部的生长发育方向;④Go-Co: Go点到Co点的距离,反映下颌升支的长度;⑤OP-SN: OP平面与SN平面的交角,代表合平面的斜度;⑥PP-FH: PP平面与FH平面的交角,反映上颌骨在垂直方向上的位置和生长趋势;⑦S-GO/N-ME: S-GO距与N-ME距的比值,反映了垂直生长型的趋势;⑧N-S-Ar: N点、S点及Ar点所构成的角,评价前颅底与侧后颅底间的关系;⑨S-Ar-Go: S点、Ar点及Go点所构成的角,是位于面后部骨骼上、下部分之间的构筑角,其大小取决于下颌的位置;⑩Ar-Go-N: Ar点、Go点及N点所构成的角,反映了下颌升支的倾斜度;⑪N-Go-Me: N点、Go点及Me点所构成的角,反映了下颌体的倾斜度。见图1。

1.2.2 颈椎骨龄测量:采用陈莉莉及其研究团队提出的QCVM测量法(定量颈椎骨龄测量法),对颈椎骨龄进行了准确的测量和分期。该方法根据以下公式进行计算: $C = -4.13 + 3.57 \times H4/W4 + 4.07 \times AH3/PH3 + 0.03 \times \angle 2$ 。C是指颈椎骨龄值, H4/W4是指第四颈椎高度与宽度的比值, AH3/PH3

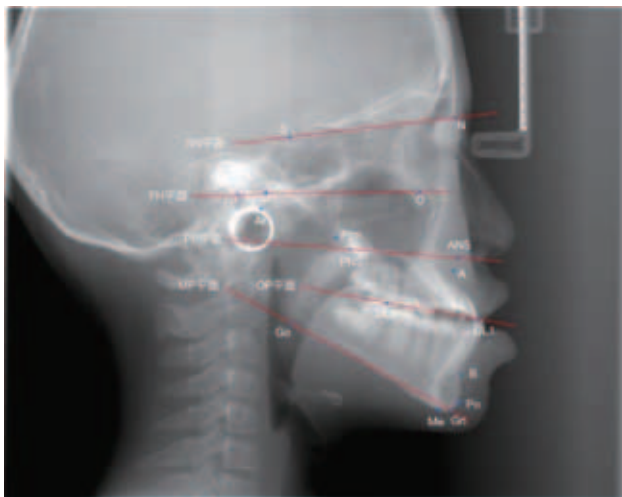
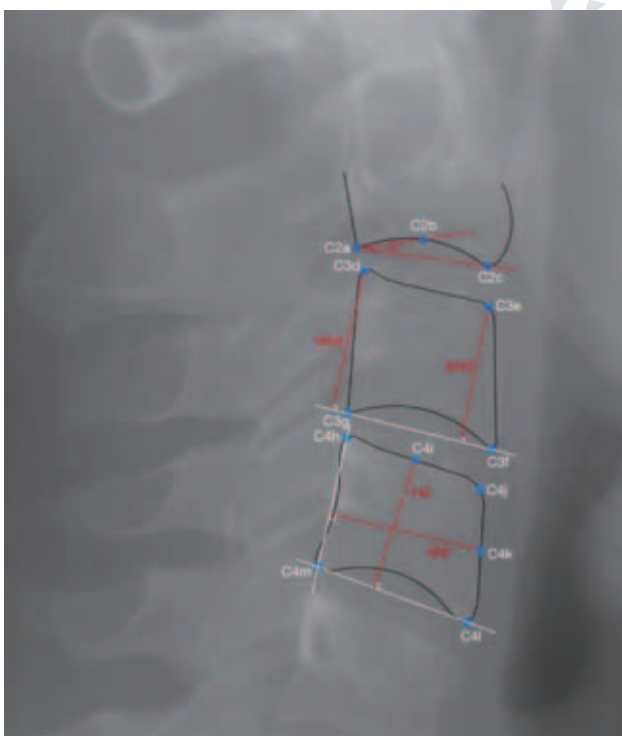


图1 颅颌面矢状向及垂直向测量指标辅助示意图

是指第三颈椎椎体前部高度和后部高度的比值，∠2是指颈椎椎体下缘与第二颈椎基底部凹陷所成的角度。根据QCVM分期标准：C<1.740 4为QCVM- I 期，1.740 4<C<2.623 0为QCVM- II 期，2.623 0<C<3.519 9为QCVM-III期。见图2。



注：C2a、C2b和C2c分别是第二颈椎体下界最后端点、最凹点和最前端点，C3d、C3e分别是第三颈椎体上界最后端点和最前端点，C3g、C3f分别是第三颈椎体下界最后端点和最前端点，C4h、C4i和C4j分别是第四颈椎体上界最后端点、中点和最前端点，C4k是第四颈椎体前界中点，C4m、C4l分别是第四颈椎体下界最后端点和最前端点

图2 颈椎骨龄定量测量法辅助示意图

1.3 统计学分析：应用SPSS 26.0统计软件（IBM SPSS Statistics 26.0）和R4.2.0统计软件（R Programming

Language 4.2.0）对实验所得到的测量数据进行统计学分析。首先使用单样本柯尔莫戈洛夫-斯米诺夫检验（K-S检验）和P-P正态图检验对所有数据进行正态性检验，结果表明所有数据基本符合正态分布。通过独立样本t检验比较各项测量指标在不同性别间是否有显著差异。通过Levene检验所有数据的方差齐性，评估QCVM I-III期组间各项测量指标间是否有显著差异，若方差齐，采用ANOVA单因素方差分析（两两比较采用LSD-t检验），若方差不齐，采用塔慕尼黑检验进行分析。然后，在每个QCVM分期组中，通过反向多元线性回归研究每个矢状向和垂直向测量参数（解释变量）与年龄（因变量）的相关性。在此之前，通过Pearson相关系数分析得到每个QCVM组的所有测量指标的双变量相关矩阵，通过该矩阵排除相关性高的测量指标，使反向多元线性回归研究得到的结果更加可靠，最后从多变量模型中排除了SNB、ANB、FH-MP、SN-MP、SGn-FH、PP-FH、S-GO/N-ME、S-Ar-Go。因此，解释变量是性别、SNA、Ptm-A、Go-Pog、Wits、Go-Co、OP-SN、N-S-Ar、Ar-Go-N、N-Go-Me。进入和离开的显著性临界值分别为0.001和0.01。对于每个多元回归模型，还通过公差和方差膨胀因子参数再次检查了其余解释变量之间的多重共线性。最后，在每个回归模型有1392个受试者的后验功效分析中，考虑到F2等于0.165，α为0.05，有10个解释变量，所得功效为100%。P<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同性别在各QCVM阶段的平均年龄：结果显示，在平均年龄上，各颈椎骨龄组的性别差异具有统计学意义（P<0.001），男性到达生长加速期、生长高峰期、生长减速期的时间均比女性晚1岁左右，三个骨龄分组间的平均年龄依次相差2岁左右。见表1。

表1 不同性别在各QCVM阶段的平均年龄比较 (x̄±s, 岁)

性别	颈椎骨龄分组		
	生长加速期 (QCVM- I)	生长高峰期 (QCVM- II)	生长减速期 (QCVM-III)
	组 (n=1 392)	组 (n=1 392)	组 (n=1 392)
女性	9.38±1.23	11.42±1.79	13.99±2.12
男性	10.17±1.62	12.63±1.72	14.99±1.79
t值	-10.244	-12.868	-9.445
P值	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 各QCVM阶段的观察指标比较：颈椎骨龄分期依次为生长加速期（QCVM- I 期）、生长高峰期（QCVM- II 期）和生长减速期（QCVM-III期），结果显示，SNA、Ptm-A、SNB、Go-Pog、Go-Co的平均值逐期增高，ANB、Wits、FH-MP、SN-MP、SGn-FH、OP-SN、PP-FH、N-S-Ar、N-Go-Me、Ar-Go-N、S-Ar-Go的平均值逐期减小，S-GO/N-ME的平均值先

表2 各QCVM阶段观察指标比较

(例, $\bar{x} \pm s$)

测量指标	颈椎骨龄分组			F值	P值
	生长加速期 (QCVM-I) 组 (n=1 392)	生长高峰期 (QCVM-II) 组 (n=1 392)	生长减速期 (QCVM-III) 组 (n=1 392)		
SNA/°	80.45±1.21	81.06±1.71	81.41±1.12	241.003	<0.001
Ptm-A/mm	41.86±2.29	43.16±2.62	43.83±2.72	216.038	<0.001
SNB/°	75.71±2.57	76.90±2.63	77.83±2.50	238.475	<0.001
Go-Pog/mm	66.12±4.32	69.13±4.98	71.09±4.99	383.140	<0.001
ANB/°	4.74±1.60	4.16±1.67	3.58±1.59	177.543	<0.001
Wits/mm	1.077±1.49	0.566±1.53	0.038±1.45	168.257	<0.001
FH-MP/°	27.78±3.35	26.71±3.51	25.79±3.45	116.825	<0.001
SN-MP/°	36.67±3.68	35.54±3.88	34.64±3.83	100.497	<0.001
SGn-FH/°	63.76±2.70	63.03±2.81	62.47±2.78	76.606	<0.001
Go-Co/mm	617.08±38.36	659.77±47.78	689.43±45.52	948.001	<0.001
OP-SN/°	19.56±2.78	18.35±2.95	17.40±2.89	198.466	<0.001
PP-FH/°	1.25±0.34	1.18±0.35	1.10±0.35	69.065	<0.001
S-Go/N-Me	63.11±1.78	63.93±1.88	64.63±1.78	245.551	<0.001
N-S-Ar/°	125.46±0.82	125.20±0.76	124.92±0.71	175.684	<0.001
S-Ar-Go/°	152.03±2.08	151.63±2.21	151.41±2.17	30.171	<0.001
Ar-Go-N/°	44.42±1.65	44.22±1.70	43.92±1.73	30.247	<0.001
N-Go-Me/°	74.94±2.99	74.68±3.23	74.57±3.31	5.041	<0.001

增高后减小。以上所有测量指标,三组之间的差异具有统计学意义 ($P < 0.001$)。见表2。

2.3 各QCVM阶段矢状向和垂直向头影测量参数以及性别与年龄相关性分析:列出每个QCVM阶段矢状向和垂直向头影测量参数以及性别与年龄相关性的反向多元线性回归结果,每个模型中输入性别、SNA、Ptm-A、Go-Pog、Wits、Go-Co、OP-SN、N-S-Ar、Ar-Go-N、N-Go-Me等变量, P值大于0.1的变量从模型中移除。在QCVM-I期组(模型1)中, R^2 为0.41,性别、SNA、Go-Pog、Wits、Go-Co、OP-SN、N-S-Ar、N-Go-Me与达到QCVM-I期的年龄呈正相关, Ptm-A与达到QCVM-I期的年龄呈负相关。在QCVM-II期组(模型2)中, R^2 为0.3563,性别、SNA、Go-Pog、Wits、Go-Co、N-S-Ar、N-Go-Me与达到QCVM-II期的年龄呈正相关, Ptm-A与达到QCVM-II期的年龄呈负相关。在QCVM-III期组(模型3)中, R^2 为0.1286,性别、SNA、Ptm-A、Go-Co、N-S-Ar与达到QCVM-III期的年龄呈正相关, OP-SN、Ar-Go-N与达到QCVM-II期的年龄呈负相关。见表3。

3 讨论

本研究通过反向多元线性回归模型,表明矢状向和垂直向颅颌骨生长发育与颈椎骨骼成熟时间具有一定的相关性。男性到达生长加速期(QCVM-I期)、生长高峰期(QCVM-II期)、生长减速期(QCVM-III期)的时间均比女性晚1岁左右,这与之前的相关研究结果^[14-16]相似,原因可能与性别特征和激素水平的差异有关。在性别特征上,男性和女性存在明显的性别差异,男性通常在青春期之后经历更长的生长期,而女性的生长发育可能较早停止。在激

素水平上,雄激素(如睾酮)在男性身体中的分泌增加可能导致了生长加速期、生长高峰期和生长减速期的延迟,这些激素对于骨骼生长和发育有重要作用,而男性的激素水平在青春期后期才达到最高峰。

在矢状向上, SNA、Ptm-A、SNB、Go-Pog的平均值随着颈椎骨龄分期逐期增高, ANB、Wits的平均值逐期减小。在垂直向上, Go-Co的平均值随着颈椎骨龄分期逐期增高, FH-MP、SN-MP、SGn-FH、OP-SN、PP-FH、N-S-Ar、N-Go-Me、Ar-Go-N、S-Ar-Go的平均值逐期减小, S-Go/N-ME的平均值先增高后减小。这反映了颈椎骨龄与面部骨骼生长的关联性,以及在不同生长阶段颈椎骨龄与颌面部骨骼之间的动态平衡,颈椎骨龄是评估骨龄发育的一种方法,而颅颌面部骨骼也是人体骨骼系统的一部分,因此,颈椎骨龄的逐期变化可能反映了整体骨骼生长的进程,不同的测量指标反映了颅颌面部骨骼的不同部位和方向的生长情况。例如, SNA、Ptm-A、SNB、Go-Pog、Go-Co等指标主要与上颌骨、下颌骨和颅底的生长有关,而ANB、Wits、FH-MP、SN-MP、SGn-FH、OP-SN、PP-FH、N-S-Ar、N-Go-Me、Ar-Go-N、S-Ar-Go等指标主要反映了颌骨之间的关系或整体颅颌面部骨骼轮廓的变化。对于呈现出逐期增高的指标,可能是由于相关骨骼结构在颈椎骨龄分期过程中仍然处于活跃生长状态,导致相应指标值不断增加。相反,呈现出逐期减小的指标可能是由于相关骨骼结构的生长已经停止或减缓,导致相应指标值逐渐减小。这种增加或减小的趋势在统计学上是显著的,因为所有的P值均小于0.001。S-Go/N-ME的平均值则显示了一种先增加后减小的趋势,这可能与颈椎骨龄在生长高峰期到生长减速期之间的转变有关,

表3 各QCVM阶段矢状向和垂直向头影测量参数以及性别与年龄相关性分析

解释变量	β	SE	t值	P值
模型1: QCVM1 ($n=1392$) $R^2=0.410$				
性别	0.197	0.068	2.920	0.004
SNA	0.530	0.072	7.352	<0.001
Ptm-A	-0.332	0.083	-4.020	<0.001
Go-Pog	0.205	0.051	4.006	<0.001
Wits	0.296	0.057	5.220	<0.001
Go-Co	0.025	0.002	15.558	<0.001
OP-SN	0.118	0.057	2.073	0.038
N-S-Ar	0.563	0.095	5.930	<0.001
N-Go-Me	0.100	0.047	2.125	0.034
模型2: QCVM2 ($n=1392$) $R^2=0.3563$				
性别	0.207	0.094	2.215	0.027
SNA	0.538	0.087	6.219	<0.001
Ptm-A	-0.390	0.096	-4.067	<0.001
Go-Pog	0.297	0.060	5.110	<0.001
Wits	0.210	0.060	3.310	<0.001
Go-Co	0.015	0.001	11.650	<0.001
N-S-Ar	0.592	0.112	5.294	<0.001
N-Go-Me	0.213	0.035	6.041	<0.001
模型3: QCVM3 ($n=1392$) $R^2=0.1286$				
性别	0.492	0.125	3.938	<0.001
SNA	0.503	0.113	4.443	<0.001
Ptm-A	0.036	0.021	1.730	0.084
Go-Co	0.010	0.002	2.816	0.005
OP-SN	-0.104	0.043	-2.431	0.015
N-S-Ar	0.461	0.132	3.503	<0.001
Ar-Go-N	-0.425	0.076	-5.590	<0.001

注: β 表示回归模型中每个自变量的系数的估计值, SE表示估计值的标准差, R^2 表示决定系数, P表示显著性水平。

需要进一步的研究来确认。这些指标的变化反映了颅颌面部骨骼在不同生长阶段的生长和改建情况,除此之外,也可能受到遗传、环境和生活方式等因素的影响。在临床实践中,这些变化可以帮助评估患者的颌面部生长发育情况,指导正畸治疗的方案制定。综上所述,颈椎骨龄分期与颅颌面部骨骼的生长模式之间存在着密切的关联,不同测量指标的变化反映了颅颌面部骨骼在不同生长方向和部位上的生长情况。

先前关于颅面生长发育与颈椎骨龄的相关性研究大多局限于矢状向,采用的颈椎骨龄分期法各不相同,侧重研究的分期也不一致,因此研究结果的数据之间不具备精细比较的可能,但仍然可以从大的方向进行比较分析。 R^2 作为决定系数,取值范围为0~1,是用来衡量统计模型对观测数据变异的解释程度的指标, R^2 值越接近1,表示模型对数据的拟合程度越好,解释能力越强。不出所料,三

个模型的 R^2 依次减小:0.41、0.3563、0.1286,对模型的解释能力分别为41%、35.63%、12.86%,随着个体生长趋于稳定,颅面颌骨的生长速度放缓并逐渐停止,变化不再像青春期早期那样剧烈,头影测量参数与年龄之间的相关性也相应减弱,遗传因素、环境因素和生活方式等会更多地影响骨骼成熟的时间,使模型的解释能力依次下降。Baccetti T等^[4]的回归研究根据CVM颈椎骨龄分期法建立了4个回归模型,但 R^2 从0.165至0.269逐渐增高,模型中解释能力最强的是26.9%,研究者尚未给出合理的解释,推断是因为样本量过小,以及测量指标过少,使得到的模型无法很好地解释头颅面部骨骼测量指标与各颈椎骨龄分期之间复杂的相关性。

QCVM I-III期阶段中性别以及各项测量指标与年龄相关性的反向多元线性回归结果显示,性别在QCVM-III期(生长减速期)与颈椎骨龄的年龄相关性最高($P<0.001$),而在QCVM-I期(生长加速期)次之($P<0.01$),在QCVM-II期(生长高峰期)相关性最小($P<0.05$),可能主要与激素影响和骨骼生长板闭合时期有关。在生长减速期,青春期儿童的性激素水平达到高峰,并开始逐渐趋于稳定,这时性别对生长的影响更为显著,因为性激素在骨骼生长和发育中发挥重要作用。生长减速期标志着骨骼生长板的逐渐关闭,骨骼生长的速度减缓,这时骨龄的变化也减缓,使得与性别之间的相关性更加显著,相比之下,生长加速期和生长高峰期骨骼生长速度较快,骨龄变化大,可能掩盖了性别对骨龄的影响。

在矢状向上,SNA反映了上颌骨相对于颅底的位置关系,在QCVM I-III期都与颈椎骨龄的年龄高度相关($P<0.001$),表明上颌骨的前移或颅骨的后移是持续到生长减速期的。Ptm-A反映了上颌基骨的长度,其仅在QCVM I-II期与年龄显著相关,且呈负相关,提示在临床上如果想通过前方牵引治疗促进上颌骨矢状向生长发育,应尽早开始,现在的主流观点是在8岁以前开始牵引效果最佳^[17],因为此时儿童的头颅和面部骨骼仍然处于生长发育的关键阶段,骨骼结构相对较为柔软,容易受到正畸治疗的影响和改变。Go-Pog反映了下颌体的长度,其在QCVM I-III期与年龄都有较高的相关性,但QCVM I-II期($P<0.001$)相关性较QCVM-III期($P<0.01$)低,以往研究表明下颌骨生长发育的可预测性并不强,但基于本结果可知在临床上如果想促进下颌体长度增加,在生长加速期和高峰期进行治疗的疗效可能优于减速期。Wits值反映了上下颌骨的相对位置,其在QCVM I-II期($P<0.001$)与年龄的相关性显著高于QCVM-III期($P<0.05$),表明上下颌骨的生长发育的关键时期是在生长加速期和高峰期。

在垂直向上,Go-Co反映下颌升支的长度,在加速期和高峰期的生长与年龄的相关性显著。N-S-Ar是蝶鞍角,在QCVM I-III期与年龄都有较高的相关性($P<0.001$),该角过大通常表示髁状突位置偏后,以及相对颅底和上颌而言

下颌位置偏后,虽然该角不能通过正畸治疗而改变,但是生长预测中必须要考虑到这一结构性因素^[18]。Ar-Go-N表示下颌角的上份,结果表明在QCVM-III期下颌升支的倾斜度(也意味着下颌向前的生长)随着年龄的增加而增加,且相关性显著($P<0.001$)。N-Go-Me表示下颌角的下份,在QCVM-II期与颈椎骨龄的年龄高度相关($P<0.001$),与陈莉莉等^[1]的一项纵向研究结果一致,提示干预垂直骨面型形成的最佳时期是生长加速期。

本研究相对过往研究样本量大了一个量级,建立的统计模型更具有代表性和说服力,在统计学方法上建立多元回归模型,克服了过往研究中单变量分析的限制。本研究的局限性如下:①虽然由于颞下颌关节紊乱引起的潜在偏差在样本收集时已被排除,但本研究是基于寻求正畸治疗的青少年群体,因此,目前的结果需谨慎用于没有明显错牙合畸形的一般人群。②本研究为横断面研究,有该研究方法固有的局限性,纵向研究可以研究个体独特的生长发育型,并进行连续的比较,是深入探讨颅颌面生长发育重要的研究方法。③为了保证多元回归模型的可靠性,垂直向测量指标在双变量相关矩阵中由于高相关性被大量筛出,进入反向多元回归分析的指标较少,因此,本研究对垂直向的研究稍有欠缺,后期应使用不同的生长指标进一步研究。

综上所述,通过运用反向多元线性回归模型进行分析,本研究表明矢状向和垂直向颅颌骨生长发育与颈椎骨成熟度具有显著相关性。在矢状向上,SNA、Ptm-A、SNB、Go-Pog的平均值随着颈椎骨龄分期逐期增高,ANB、Wits的平均值逐期减小。在生长加速期和高峰期促进上颌骨矢状向生长发育或下颌体长度增加的疗效优于减速期。在垂直向上,Go-Co的平均值随着颈椎骨龄分期逐期增高,FH-MP、SN-MP、SGn-FH、OP-SN、PP-FH、N-S-Ar、N-Go-Me、Ar-Go-N、S-Ar-Go的平均值逐期减小,S-GO/N-ME的平均值先增高后减小。下颌升支的倾斜度随着年龄的增加而增加,干预垂直骨面型形成的最佳时期是生长加速期。另外,男性到达生长加速期、生长高峰期、生长减速期的时间均比女性晚1岁左右,三个骨龄分组间的平均年龄依次相差2岁左右。生长减速期与颈椎骨龄的年龄相关性最高,生长加速期次之,生长高峰期相关性最小,可能主要与激素影响和骨骼生长板闭合时期有关。

[参考文献]

- [1]陈莉莉,林久祥,许天民.应用颈椎骨龄定量分期法评价正常合青少年上下颌骨垂直向及纵向变化的研究[J].临床口腔医学杂志,2010,26(6):326-329.
- [2]Raghav P, Mathur S, Kumar A, et al. Therapeutic effectiveness of AdvanSync2 at different stages of skeletal maturity in skeletal Class II malocclusion: A single-blind clinical trial[J]. APOS Trends Orthod, 2020,10(3):111-119.
- [3]Rodrigo S, Luis E, Carlos F. Duration of the peak of adolescent growth spurt in Class I and II malocclusion subjects using a cervical vertebrae maturation analysis[J]. Acta Odontol Latinoam, 2014,27(2):96-101.
- [4]Baccetti T, Franchi L, Giuntini V, et al. Early vs late orthodontic treatment of deepbite: a prospective clinical trial in growing subjects[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2012,142(1):75-82.
- [5]Migliorati M, Drago S, Calzolari C, et al. Long-term dentoskeletal changes of Class II growing patients' treatment with the propulseur universal light appliance. A prospective controlled study[J]. Minerva Stomatol, 2020,69(2):79-86.
- [6]方莉,王双,周楠,等. Twin-block功能矫治器联合自锁托槽治疗安氏II类1分类错颌畸形的疗效分析[J].中国美容医学,2022,31(9):130-133.
- [7]钱毅,吴建华.应用改良Twin-block功能矫治器治疗早期下颌后缩的临床研究[J].中国美容医学,2017,26(6):115-117.
- [8]Yavuz I, Ikbali A, Baydaş B, et al. Longitudinal posteroanterior changes in transverse and vertical craniofacial structures between 10 and 14 years of age[J]. Angle Orthod, 2004,74(5):624-629.
- [9]Jiang Y Y. Correlation between hyoid bone position and airway dimensions in Chinese adolescents by cone beam computed tomography analysis[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2016,45(7):914-921.
- [10]Jena A K, Duggal R. Hyoid bone position in subjects with different vertical jaw dysplasias[J]. Angle Orthod, 2011,81(1):81-85.
- [11]Wu S, Wang T, Kang X, et al. Hyoid bone position in subjects with different facial growth patterns of different dental ages[J]. Cranio, 2023,41(5):454-460.
- [12]Kuc-Michalska M, Baccetti T. Duration of the pubertal peak in skeletal Class I and Class III subjects[J]. Angle Orthod, 2010,80(1):54-57.
- [13]Armond M C, Generoso R, Falci S G M, et al. Skeletal maturation of the cervical vertebrae: association with various types of malocclusion[J]. Braz Oral Res, 2012,26(2):145-150.
- [14]Perinetti G, Rosso L, Riatti R, et al. Sagittal and vertical craniofacial growth pattern and timing of circumpubertal skeletal maturation: a multiple regression study[J]. Biomed Res Int, 2016,2016:1728712.
- [15]Hagg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt[J]. Am J Orthod, 1982,82(4):299-309.
- [16]Perinetti G, Perillo L, Franchi L, et al. Maturation of the middle phalanx of the third finger and cervical vertebrae: a comparative and diagnostic agreement study[J]. Orthod Craniofac Res, 2014,17(4):270-279.
- [17]赵志河,周彦恒,白玉兴.口腔正畸学[M].7版.北京:人民卫生出版社,2020:117-119.
- [18]Mei H, Feng Q, Wu Y, et al. Diagnostic validity of different gonial angle segmentation for the assessment of mandibular growth direction: A retrospective study[J]. Ann Anat, 2022,242:151912.

[收稿日期]2024-05-28

本文引用格式:彭凯露,郑之峻,高娟.青少年颅颌面矢状向及垂直向生长发育与颈椎骨成熟度的相关性分析[J].中国美容医学,2025,34(8):7-12.