

Morphologie und Wachstum des Nasenrachenraumes von 3 Jahren bis zum Erwachsenenalter

W. D. Scheerer¹ und F. Lammert

Abteilung für Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten der Medizinischen Fakultät an der RWTH Aachen
(Vorstand: Prof. Dr. G. Schlöndorff),
Goethestraße 27–29, D-5100 Aachen, Bundesrepublik Deutschland

Morphology and Growth of the Nasopharynx from Three Years to Maturity

Summary. The nasopharynges of 80 adults and children were examined by a specific technique. An impression was taken for a precision plaster model to allow measurement and analysis. In this manner it was possible for the first time to describe spatial relationship and growth of the nasopharynx.

The vertical height increases steadily up to the age of 9 years when addition of the adenoids seems to interrupt the growth of the nasopharynx. From then on, the height continues to increase until old age. This increase in mature patients can be attributed to alterations resulting from loss of teeth or maxillary deformation caused by atrophía senilis.

The depth shows wide variations, growth was observed with increasing age.

The width, i.e., the distance between the eustachian tubes, does not increase. This is due to enlargement of the tubes and increase of the prominentia tubae.

The cross-sectional area of the choanae available for air flow increases steadily up to 380 mm². The volume of the nasopharynx increased in our sample from 2.4 to 6.8 mm³ which represents a factor of 2.8 over the initial size.

Key words: Nasopharynx – Morphology – Growth – Physiology

Zusammenfassung. Bei 80 Kindern und Erwachsenen wurde mit einer speziellen Technik ein Abdruck des NRR genommen, aus dem exakte

¹ *Anschrift des Verfassers:* Dr. Dr. Wulf D. Scheerer, Cunostraße 26, D-5800 Hagen, Bundesrepublik Deutschland, D82 (Diss. Th Aachen)

Gipsmodelle hergestellt wurden. Durch Ausmessung und Beurteilung dieser Modelle ist es erstmalig möglich, die räumlichen Verhältnisse und das Wachstum des NRR zu beschreiben. Dabei fanden sich im einzelnen folgende Ergebnisse:

Der Höhendurchmesser nimmt bis zum 9. Lebensjahr ständig zu. Durch die verstärkte Ausprägung des adenoiden Polsters kommt es zwischen dem 9. und 12. Lebensjahr zu einem scheinbaren Sistieren der Höhenentwicklung. Anschließend erfolgt eine weitere kontinuierliche Zunahme, die auch im Alter noch ausgeprägt ist. Die Veränderungen auch im hohen Alter werden erklärt mit Umbauvorgängen des Oberkiefers bei z. B. Zahnverlust und seniler Inaktivitätsatrophie.

Die Tiefenausmessungen weisen große Streuungen innerhalb der Altersgruppen vor allem bei Kindern auf. Vom Jugend- bis zum Erwachsenenalter wird eine Zunahme der Tiefendurchmesser deutlich.

Die Weite des NRR zeigt keine Größenzunahme. Bei allgemeinem Schädelwachstum ist die Ursache hierfür die gleichzeitige Verlängerung der Tuba auditiva und die stärkere Ausprägung des Tubenwulstes.

Der Querschnitt der Choanendurchtrittsfläche nimmt kontinuierlich bis zu einer Durchschnittsgröße von ca. 380 mm^2 zu.

Das Gesamtvolumen des NRR stieg während des beobachteten Zeitraumes von 2,4 auf $6,8 \text{ cm}^3$, also auf das 2,8fache an.

Schlüsselwörter: Nasenrachenraum – Morphologie – Wachstum – Physiologie

Als „Kreuzungsstelle“ im Bereich der oberen Luftwege kommt dem Nasenrachenraum (NRR) für die Atmung, die Lautbildung, und schließlich auch für Wachstum und Entwicklung des Gesichtsschädels große Bedeutung zu. Zur Beschreibung der physiologischen und anatomischen Verhältnisse und des Wachstums des NRR wurden bisher entweder Untersuchungen an Schädelpräparaten durchgeführt oder seitliche Röntgenaufnahmen ausgewertet. Die erste Methode konnte lediglich die knöchernen, anterioren Anteile des NRR erfassen [1, 12]. Laterale Röntgenaufnahmen stellen den NRR zweidimensional dar und führen durch Doppelzeichnungen und Überlagerungen zu Schwierigkeiten bei der eindeutigen Erfassung wichtiger Strukturen. Auch durch Anwendung cephalometrischer Methoden konnte ein allgemein akzeptiertes Analysenverfahren nicht festgelegt werden [2, 4–6, 10, 14, 15]. Bei der Bestimmung der Weichteile des NRR ließen methodische Probleme eine genauere Untersuchung nicht zu, die über die Erfassung knöcherner Strukturen hinausgeht [3, 7, 13]. Die Kapazität bzw. das Volumen des NRR konnte bislang allein durch planimetrische Annäherungsverfahren abgeschätzt werden [6, 8].

Die vorliegende Untersuchung soll mit Hilfe eines Abdruckverfahrens eine exakte Beschreibung der Verhältnisse im NRR ermöglichen. Durch eine genaue Analyse von Abdrücken bei Probanden verschiedenen Alters soll das physiologische Wachstum dargestellt werden.

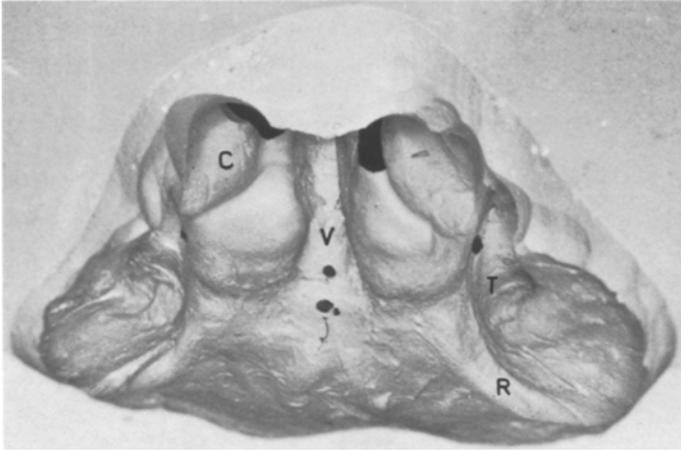


Abb. 1. NRR-Modell von dorsal-caudal. C = Concha nasalis inferior; V = Vomer; T = Tuba auditiva; R = Recessus pharyngeus

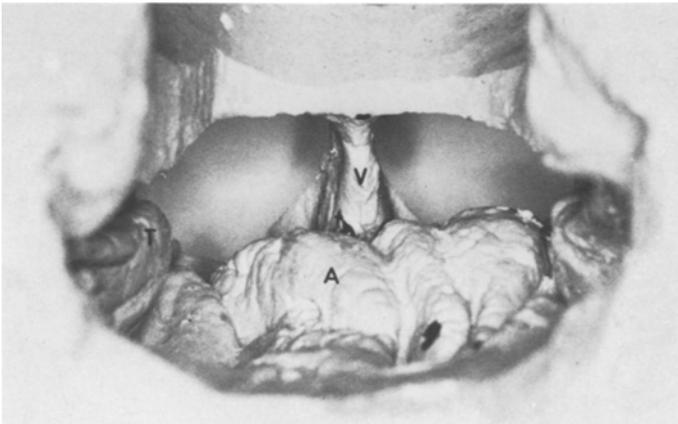


Abb. 2. NRR-Modell eines Kindes 4 J. ♂. A = Adenoide

Methode

Der Untersuchung liegen 80 Abdrücke zugrunde, die nach einem in der HNO-Abteilung der RWTH Aachen entwickelten Verfahren von NRR-en bei klinisch unauffälligen Patienten angefertigt wurden. Zur Ausfertigung der Modelle hat sich nach Erprobung verschiedener Applikationsgeräte und Techniken folgendes Verfahren bewährt. Der NRR wurde über ein nach oben geöffnetes Rohr mit flüssigem Abdruckmaterial gefüllt, welches nach ca. 2 min polymerisiert war und vollständig herausgenommen werden konnte. Der so erhaltene Negativabdruck des NRR konnte in Gipschablonen ausgegossen werden. Dadurch ergab sich ein Modell des NRR mit exakter Darstellung sämtlicher Strukturen (Abb. 1 und 2). Daran konnten die im folgenden beschriebenen Strecken direkt abgemessen werden.

T: Senkrecht zum Vomer wurde vom Ansatz der Vomerhinterkante am Gaumen der Abstand bis zur Rachenhinterwand gemessen.

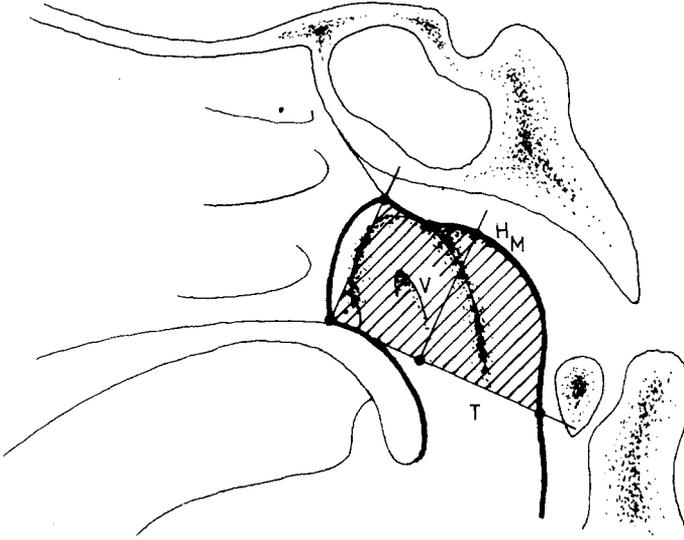


Abb. 3. Messungen in der Sagittalebene

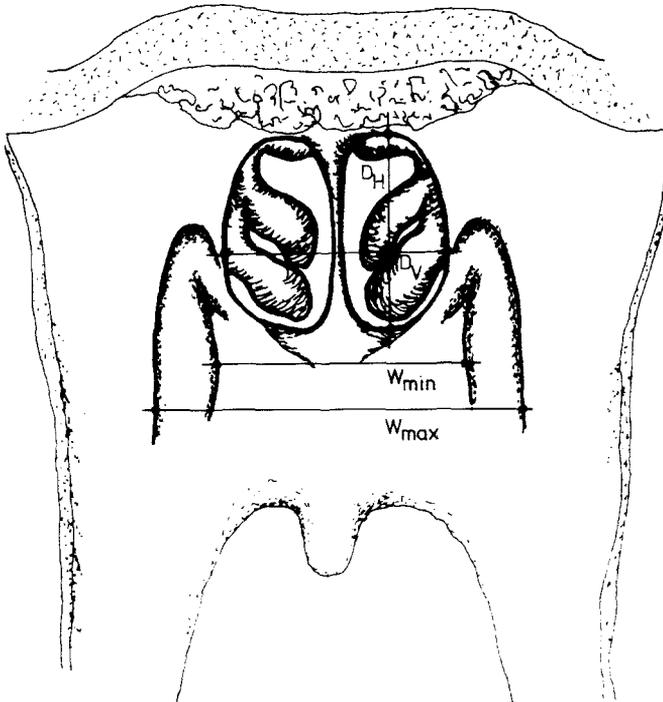


Abb. 4. Messung der Weite im NRR

Tabelle 1

Altersgruppe	Maß		T															
			Hm			V			Fch			Wmin			Wmax			
			\bar{X}	SD	n	\bar{X}	SD	n	\bar{X}	SD	n	\bar{X}	SD	n	\bar{X}	SD	n	
3-6	19,7	9,64	7	4,5	2,38	7	2,4	1,82	7	157	30,9	7	16,2	2,83	10	32,1	2,20	10
7-9	28,6	8,19	7	6,2	3,11	7	4,6	2,39	7	241	69,6	8	17,0	3,71	10	32,1	8,20	10
10	17,1	7,60	8	4,6	2,57	8	3,2	2,12	8	280	63,1	8	18,2	1,73	10	34,6	5,04	11
11-13	21,5	7,36	6	5,6	3,20	6	3,7	2,41	6	257	100	7	18,4	3,24	12	36,1	6,69	12
14-16	21,6	6,47	6	6,8	2,53	6	5,0	2,39	6	341	124	7	19,0	4,19	7	39,6	2,93	7
17-19	23,3	4,36	6	7,3	1,79	6	4,9	2,55	6	296	57,9	6	18,8	3,08	6	37,9	3,30	6
20-25	27,1	4,92	7	9,5	2,45	7	6,1	2,95	7	323	100	7	17,0	5,52	7	34,6	7,09	7
26-34	27,6	5,23	6	11,1	1,14	6	6,8	3,06	6	406	39,6	6	19,2	4,24	6	39,5	7,22	6
56-90	24,3	6,23	10	15,8	2,70	10	8,6	3,99	9	387	108	12	18,8	3,32	12	33,9	8,93	12

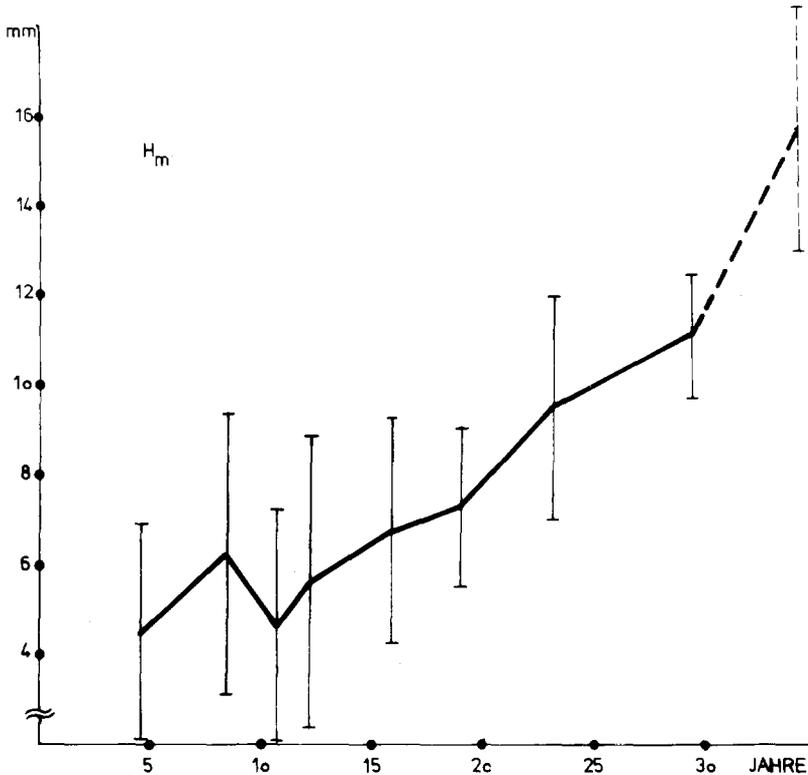


Abb. 5. Höhe des mittleren NRR

H_m: Auf der Mitte von *T* wurde dann senkrecht nach oben die Höhe des mittleren NRR ermittelt.

V: Durch Ausfüllung des NRR von den Choanen bis zur Tiefenlinie *T* wurde das Volumen bestimmt.

F_{ch}: Aus dem horizontalen und vertikalen Durchmesser der Choanen wurde ihre Fläche berechnet.

W_{min}, *W_{max}*: Zwischen den Tubenwülsten wurde die geringste Weite, zwischen den Recessus pharyngei die größte Weite des NRR gemessen (Abb. 3 und 4).

Die Abdrücke wurden in neun Altersgruppen zusammengefaßt. Die Altersstufen mit den entsprechenden Mittelwerten, Standardabweichungen und Gruppengrößen sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Mit Hilfe dieser Werte wurde der Wachstumsverlauf der einzelnen Parameter graphisch dargestellt.

Ergebnisse

Die Höhe des NRR zeigt im gesamten betrachteten Alterszeitraum eine kontinuierliche Zunahme, die lediglich im Alter zwischen 9 und 12 Jahren verringert wird. Diese Einsenkung im Kurvenverlauf hängt mit der Ausdehnung

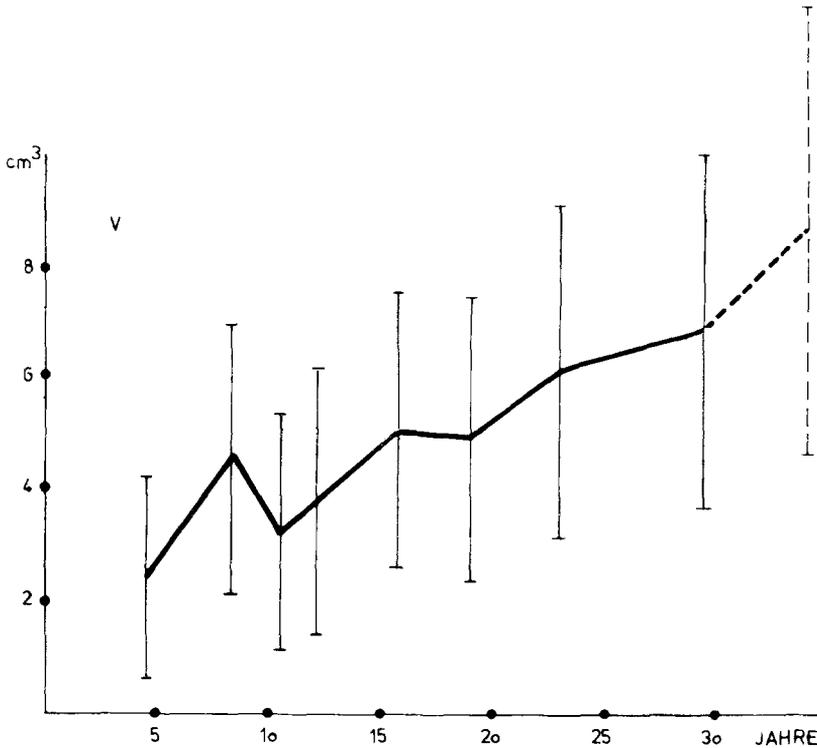


Abb. 6. Volumen des gesamten NRR

der Adenoide zusammen (Abb. 5). Für die Tiefe des NRR ergaben sich vor allem innerhalb der jüngeren Altersgruppen erhebliche Variationen, die eine eindeutige Aussage über den Wachstumsverlauf im Kindesalter nicht zuließen. Allein der Kurvenverlauf im Jugend- und Erwachsenenalter weist auf eine, wenn auch geringe Größenzunahme mit zunehmendem Alter hin. Die Durchtrittsfläche der Choanen, die als elliptisches Gebilde aus Horizontal- und Vertikaldurchmesser bestimmt wird, vergrößert sich vom Kindes- bis zum Erwachsenenalter ständig bis auf ca. 380 mm². Dabei zeigten sowohl die Höhe als auch die Weite eine kontinuierliche Zunahme. Im untersuchten Zeitraum vergrößerte sich das mittlere Volumen des NRR von 2,4 auf 6,8 cm³. Trotz der großen Variationen innerhalb der Gruppen zeigt der Kurvenverlauf insgesamt einen deutlich ansteigenden Trend, womit ein lineares Wachstum für das NRR-Volumen angenommen werden kann. Im Alter zwischen 9 und 12 Jahren zeigt sich auch hier wie bei der Höhe eine Einsenkung (Abb. 6). Für die Weite des NRR kann aufgrund der ermittelten Werte keine Vergrößerung mit dem Alter angenommen werden. Wie auch die Abb. 7 zeigt, scheint die minimale Weite zwischen den beiden Tubenknorpeln schon früh konstant zu bleiben.

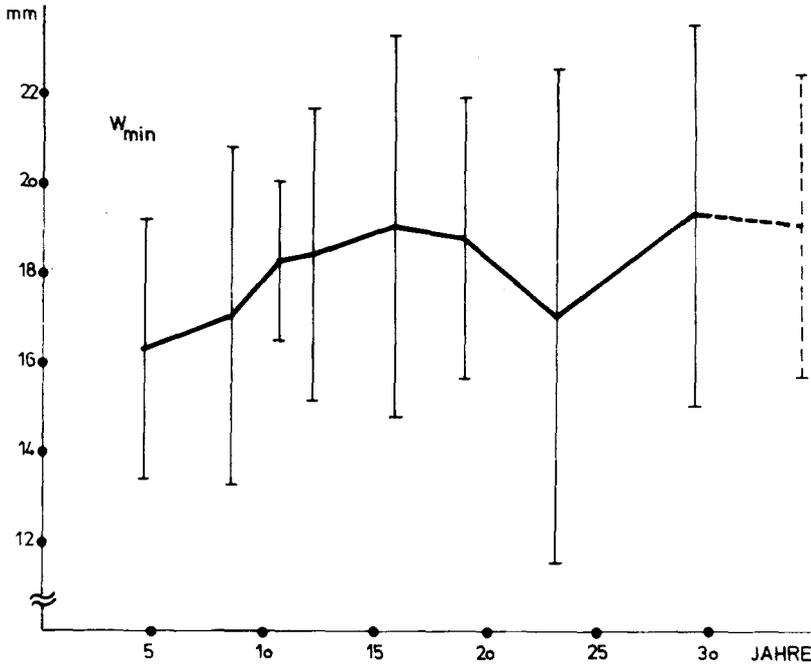


Abb. 7. Minimale Weite des NRR

Diskussion

Durch das Verfahren von Abdrucknahme und Modellanfertigung konnte der NRR räumlich exakt reproduziert werden. Die dreidimensionale Darstellung vor allem der Tubenöffnungen und der Rachentonsille erlaubte eine quantitative Analyse der Entwicklung auch dieser sonst nicht eindeutig erfassbaren Strukturen. Die Berücksichtigung der Weichteilaukleidung ist für die Analyse der funktionellen Verhältnisse von großer Bedeutung und von Untersuchungen an Schädeln als auch von vielen Röntgenuntersuchungen vernachlässigt worden. Außerdem ist ein direkter Vergleich bisheriger Ergebnisse wegen Abweichungen im betrachteten Alterszeitraum nur begrenzt möglich. Bei der Tiefenausdehnung des NRR treten für das Kindesalter recht große Standardabweichungen auch bei anderen Untersuchungen mit zum Teil größeren Fallzahlen auf [5, 9, 11, 14], was die Festlegung auf genaue Werte erschwerte. Die Angaben von Mazaheri, Millard und Erickson [9] sowie Melsen [12] bestätigen jedoch ein Tiefenwachstum im Jugendalter. Wenn man von einer frühen Stabilisierung des Vomer-Atlas-Abstandes ausgeht, kann die Größenzunahme auf die Involution der Weichteile, vor allem der Adenoide, zurückgeführt werden. Der Einfluß der Rachenmandel zeigt sich ebenfalls beim Höhenwachstum. Das Absinken des Gaumens gegen die Schädelbasis wird durch das Adenoidenwachstum derart überlagert, daß im Alter zwischen 9 und 12 Jahren die Höhenzunahme eingeschränkt wird. Die ermittelten Werte stimmen mit vergleichbaren Untersuchungen von Chierici [5] überein. Die Angaben von Castelli [4] sind in jeder Altersgruppe ca. 4 mm größer, was durch eine andere Technik und

Bezugssystem bedingt sein kann. Die Weite des NRR im durch Bindegewebe, Knorpel, Muskulatur und Schleimhaut gebildeten Teil war bisher nicht untersucht worden. Messungen an den knöchernen Choanen sind einerseits widersprüchlich, andererseits zur Beschreibung des Epipharynx nicht geeignet (Bergland [1]; Ishiguro et al. [7]; Subtelny [15]). Obschon die Weite der Choanen bis zum Erwachsenenalter zunimmt, bleibt die physiologische Weite des NRR relativ konstant, da durch die gleichzeitige Vergrößerung des Tubenknorpels mit einem Vordringen in den NRR das allgemeine Weitenwachstum kompensiert wird. Die Kapazität des NRR wurde von anderen Autoren bisher lediglich durch eine Fläche oder ein Näherungsprisma bestimmt. Die vorliegende Bestimmung des Volumens des gesamten NRR unter Berücksichtigung seiner genauen Morphologie ergab ein Wachstum von 2,4 auf 6,8 cm³ im Untersuchungszeitraum. Dieses Wachstum ist vorwiegend auf eine Vergrößerung von Rachenhöhe und Tiefe zurückzuführen und wird wie die beiden Strecken durch die Ausdehnung der Adenoide, vor allem zwischen 9 und 12 Jahren, beeinflusst.

Literatur

- 1 Bergland O (1963) The bony nasopharynx. *Acta Odontol Scand [Suppl]* 21:35
- 2 Brodie AG (1971) Emerging concepts of facial groth. *Angle Orthod* 41:103–118
- 3 Calnan JS (1971) Permanent nasal escape in speech after adenoidectomy. *Br J Plast Surg* 24:197–204
- 4 Castelli WA, Ramirez PC, Nasjleti CE (1973) Linear growth study of the pharyngeal cavity. *J Dent Res* 52:1245–1248
- 5 Chierici G (1967) Some observations on the pharyngeal airspace. *Cleft Palate J* 4:129–136
- 6 Handelmann CS, Osborne G (1976) Growth of the nasopharynx and adenoid development from one to eighteen years. *Angle Orthod* 46:243–259
- 7 Ishiguro K, Krogman WM, Mazaheri M, Harding RL (1976) A longitudinal study of morphological craniofacial patterns via p.-a. X-ray headfilms in cleft patients from birth to six years of age. *Cleft Palate J* 13:104–126
- 8 King EW (1952) A roentgenographic study of pharyngeal growth. *Angle Orthod* 22:23–37
- 9 Mazaheri M, Millard RT, Erickson DM (1965) Cineradiographic comparison of normal and noncleft subjects with velopharyngeal inadequacy. *Cleft Palate J* 1:199–209
- 10 Mazaheri M, Sahni P (1969) Techniques of cephalometry, photography, and oral impressions for infants. *J Prothet Dent* 21:315–323
- 11 Mazaheri M, Krogman WM, Harding RL, Millard RT, Metha S (1977) Longitudinal analysis of growth of the soft palate and nasopharynx from six months to six years. *Cleft Palate J* 14:52–62
- 12 Melsen B (1967) A radiographic craniometric study of dimensional changes in the nasal septum from infancy to maturity. *Acta Odontol Scand* 25:541–561
- 13 Subtelny JD (1955) Width of nasopharynx and related anatomic structures in normal and unoperated cleft palate children. *Am J Orthod* 41:889–909
- 14 Subtelny JD (1957) A cephalometric study of the growth of the soft palate. *Plast Reconstr Surg* 19:49–62
- 15 Wildman AJ (1961) Analysis of tongue, soft palate, and pharyngeal wall movement. *Am J Orthod* 47:399–461
- 16 Heuser H (1971) *Klinik der Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten*. Dr. Alfred Hüthing-Verlag, Heidelberg

Eingegangen am 20. Mai 1980/Angenommen am 20. August 1980