

K. Graamans

NEUS EN LUCHTWEG

K. Graamans

Neus en luchtweg

*plethysmografische meting van
luchtwegweerstand bij klachten
over neusobstructie*

Drukkerij Wyt & Zonen B.V.

Neus en luchtweg

NOSE AND AIRWAYS

Plethysmographic measurement of airway resistances with regard to complaints of nasal obstruction (with a summary in English and German).

VRIJE UNIVERSITEIT TE AMSTERDAM

Neus en luchtweg

*Plethysmografische meting van
luchtwegweerstand bij klachten
over neusobstructie*

ACADEMISCH PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van de graad van doctor in de geneeskunde aan
de Vrije Universiteit te Amsterdam,
op gezag van de rector magnificus
Dr. H. Verheul,
hoogleraar in de faculteit der wiskunde en natuurwetenschappen,
in het openbaar te verdedigen
op woensdag 16 april 1980 te 15.30 uur
in het hoofdgebouw der Universiteit, De Boelelaan 1105

door

Kees Graamans

geboren te Dordrecht

1980
Drukkerij Wyt & Zonen B.V.
Rotterdam

Promotor: Prof. Dr. G. de Wit
Copromotor: Prof. Dr. L. Feenstra
Coreferenten: Ir. M. J. van Eenige
Dr. A. J. G. Spoelstra

ISBN 90 6007 990 6

© 1980 K. Graamans, Amsterdam.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.

aan e p

Dit proefschrift werd bewerkt in de afdeling keel- neus- en oorheelkunde van het Academisch Ziekenhuis der Vrije Universiteit te Amsterdam (hoofd: Prof. Dr. G. B. Snow).

De plethysmografische metingen werden verricht in de afdeling Klinische Pathofysiologie van de afdeling Pulmonologie van het Academisch Ziekenhuis der Vrije Universiteit (hoofd: Prof. Dr. J. Stam).

De statistische bewerking werd verricht door Ir. P. D. Bezemer en Drs. D. J. Kuik van de afdeling Medische Statistiek van de Vrije Universiteit.

De tekeningen werden vervaardigd door de heer G. J. Lijnzaad van de Audiovisuele Dienst van de Vrije Universiteit.

Het manuscript werd getypt door Paula Elswijk.

Dit proefschrift kwam tot stand vooral dankzij de voortdurende steun en inspiratie van Prof. Dr. G. de Wit.

Voorts werd hulp en advies verkregen van Dr. W. Bles, Prof. Dr. L. Feenstra, Yvonne de Feyter, Gisela Holzapfel, Renée Krugers, Prof. Dr. Ph. H. Quanjier, Fred Snel en Dr. R. M. Tiwari.

Aan alle hierboven genoemde personen ben ik veel dank verschuldigd.

Inhoud

<i>I</i>	<i>Inleiding</i>	11
	Overzicht over doorgankelijkheidsmetingen van de neus en de (patho)-fysiologische betekenis van de neusdoorgankelijkheid	
<i>II</i>	<i>Methoden ter bepaling van de neusdoorgankelijkheid</i>	15
	2.1. Indeling van de methoden	15
	2.2. Methoden, waarbij de neusweerstand wordt gemeten	15
	2.2.1. Methoden, waarbij de neusweerstand alleen aan de neus wordt gemeten	15
	2.2.2. Methoden, waarbij de neusweerstand wordt bepaald aan de hand van verschillende bij de ademhaling optredende weerstanden	18
	2.3. Methoden, waarbij alleen drukverschillen of stroomsterkten worden gemeten	23
	2.4. Methoden, waarbij andere parameters dan druk, stroom of weerstand worden gebruikt	23
	2.5. Conclusie	24
<i>III</i>	<i>De interpretatie van de gemeten waarden</i>	27
	3.1. Inleiding	27
	3.2. Enkele fysische aspecten van neusademhaling	27
	3.3. Berekening van de neusweerstand	28
	3.4. Conclusie	30
<i>IV</i>	<i>De (patho)-fysiologische betekenis van de neusdoorgankelijkheid</i>	33
	4.1. Inleiding	33
	4.2. Determinanten van de neusweerstand	33
	4.3. Neusdoorgankelijkheid en tractus respiratorius	38
	4.4. Conclusie	40

Eigen onderzoek

V	<i>Probleemstelling</i>	43
	5.1. Inleiding	43
	5.2. Begripsbepaling	43
	5.3. Achtergronden, globale vraagstelling	45
VI	<i>Patiënten en toegepaste methoden</i>	47
	6.1. Patiënten	47
	6.2. Anamnese	48
	6.3. Meting van de luchtwegweerstand	49
	6.3.1. Apparatuur	49
	6.3.2. IJking	51
	6.3.3. Berekening	52
	6.4. Onderzoekprocedure	53
	6.5. Statistische methoden en aard van de conclusies	55
VII	<i>Meetresultaten</i>	57
VIII	<i>Klachten en luchtwegweerstand</i>	61
	8.1. Dyspneu en luchtwegweerstand	61
	8.1.1. Vraagstelling	61
	8.1.2. Toetsing	61
	8.1.3. Bespreking	62
	8.2. Dyspneu en operatie	63
	8.2.1. Vraagstelling	63
	8.2.2. Toetsing	63
	8.2.3. Bespreking	66
	8.3. Verandering van klachten na operatie	66
	8.3.1. Vraagstelling	66
	8.3.2. Toetsing	67
	8.3.3. Bespreking	69
	8.4. Conclusie	70
IX	<i>Frequentie van neusobstructie, dyspneu en luchtwegweerstand</i>	71
	9.1. Frequentie van neusobstructie en dyspneu	71
	9.1.1. Vraagstelling	71
	9.1.2. Toetsing	71
	9.1.3. Bespreking	73

9.2. Frequentie van neusobstructie en luchtwegweerstand	73
9.2.1. Vraagstelling	73
9.2.2. Toetsing	73
9.2.3. Bespreking	76
9.3. Conclusie	77

X	<i>Spina septi</i>	79
	10.1. Vraagstelling	79
	10.2. Toetsing	79
	10.3. Bespreking	80
	10.4. Conclusie	80

<i>Samenvatting</i>	81
---------------------	----

<i>Summary</i>	85
----------------	----

<i>Zusammenfassung</i>	89
------------------------	----

<i>Verklarende woordenlijst</i>	93
---------------------------------	----

<i>Lijst van gebruikte symbolen</i>	95
-------------------------------------	----

<i>Literatuur</i>	97
-------------------	----

I Inleiding

Klachten over de neus komen veel voor. Er is vrijwel niemand die nooit last heeft gehad van een verstopte neus. Het is een interessante vraag, waarom nu juist dit orgaan het voorwerp is van zoveel klachten. In de laatste decennia is er een duidelijke toeneming van therapeutische mogelijkheden hiervoor, waarin de chirurgische behandeling van neusobstructie een belangrijke plaats inneemt (Cottle 1950). De neusseptumcorrectie is nu een van de meest voorkomende ingrepen binnen het keel- neus- en oorheeskundig vakgebied.

De ontwikkeling van diagnostische methoden is bij de therapeutische mogelijkheden achtergebleven. Bij de functionele neuschirurgie ontbreken tot op heden goede objectieve maatstaven voor het beoordelen van de pre- en postoperatieve functie van de neus. Mensen met klachten over de neus vormen een groep patiënten, die in het algemeen „underdiagnosed” en „overtreated” is. Een zeker bestand aan „nasal crippled” patiënten is in elke keel- neus- oorheeskundige praktijk aanwezig en men ontkomt niet aan de indruk, dat het aantal hiervan kleiner zou zijn, wanneer uitgebreider en nauwkeuriger diagnostiek zou hebben plaatsgevonden.

Het is duidelijk dat alle functies van de neus afhankelijk zijn van de doorgankelijkheid ervan. De veelvuldigste, de hinderlijkste, de eigenlijke klacht over de neus is dan ook, dat hij verstopt is (De Wit 1964). Het verbeteren van de doorgankelijkheid van de neus, teneinde de passage van ademplucht te vergemakkelijken, is zodoende van oudsher het doel geweest van de functionele neuschirurgie. Toch blijkt in de dagelijkse praktijk dat het optreden van klachten niet parallel loopt met de doorgankelijkheid van de neus. Merkwaardig is dat een neusobstructie bij de een wel en bij de ander niet tot klachten aanleiding geeft.

Verwonderlijk is ook dat na functionele neuschirurgie soms klachten blijven bestaan, zelfs wanneer de operatie lege artis is uitgevoerd en het anatomisch resultaat fraai is. Eveneens is het bekend dat bij neusseptumdeviaties de obstructieklachten soms worden ervaren aan de ruim doorgankelijke zijde (Heinberg en Kern 1973). Een dergelijk verschijnsel bestaat bij de ozaena, waarbij ondanks een zeer goed doorgankelijke neus verstoppingsklachten bestaan (De Wit 1964). De voorzichtige conclusie lijkt gewettigd dat de

functie van de neus niet uitsluitend bepaald wordt door de anatomische kenmerken ervan.

Van oudsher heeft bij het onderzoek naar het functioneren van de neus het objectiveren van de doorgankelijkheid op de voorgrond gestaan. Aan Zwaardemaker (1889) komt de eer toe als eerste hiertoe een poging te hebben gedaan. Na zijn later zo genoemde „rhinohygometrie” zijn er vele methoden beschreven met dit doel. Deze veelheid van methoden vormt reeds een aanwijzing, dat een goede meetmethode ontbreekt. Dit blijkt ook uit het feit dat neusdoorgankelijkheidsbepalingen in de algemene keel- neus en oorheelkundige praktijk nog slechts weinig verspreiding hebben gevonden.

In de volgende 3 hoofdstukken worden de problemen geïnventariseerd, welke er de oorzaak van zijn dat de diagnostiek omtrent de neusfunctie, en in het bijzonder de neusdoorgankelijkheid, nog zo achtergebleven is bij de therapeutische mogelijkheden. In het algemeen kunnen deze problemen worden onderverdeeld in 3 groepen:

- de meetmethoden (hoofdstuk 2)
- de interpretatie van de gemeten waarden (hoofdstuk 3)
- de (patho-)fysiologische betekenis van de neusdoorgankelijkheid (hoofdstuk 4).

Hierna wordt het eigen onderzoek beschreven. In hoofdstuk 5 wordt de probleemstelling omschreven. Hoofdstuk 6 bevat de beschrijving van de patiënten en de gebruikte apparatuur, reeds in hoofdstuk 2 aangeduid, wordt nauwkeuriger beschreven. Hoofdstuk 7 vermeldt de verkregen resultaten, die in hoofdstuk 8, 9 en 10 nader worden geanalyseerd. Hoofdstuk 10 tenslotte behandelt nog een apart probleem binnen het kader van dit proefschrift, nl. de betekenis van de spinae septi. Hierna volgt de samenvatting.

Overzicht over doorgankelijkheidsmetingen van de neus en de (patho-)fysiologische betekenis van de neusdoorgankelijkheid

II Methoden ter bepaling van de neusdoorgankelijkheid

2.1. Inleiding van de methoden

Goede historische overzichten over de verschillende methoden ter bepaling van de neusdoorgankelijkheid zijn gegeven door Uddströmer (1940), Guillem e.a. (1961), Keuning (1968), Williams (1968) en Feenstra (1972).

Deze methoden kunnen op de navolgende wijze worden ingedeeld:

1. de neusweerstand wordt gemeten, al dan niet tezamen met andere bij de ademhaling optredende weerstanden (2.2., 2.2.1. en 2.2.2.).
2. alleen drukverschillen of stroomsterkten in de neus worden gemeten (2.3.).
3. andere parameters dan druk, stroomsterkte of weerstand worden bepaald en vormen een maat voor de doorgankelijkheid van de neus (2.4.).

2.2. Methoden, waarbij de neusweerstand wordt gemeten

De neusweerstand (R_n) is gedefiniëerd als het quotiënt van het drukverschil (P) tussen de nasofarynx en de buitenlucht en de stroomsterkte van het gas in de neus (V) op een bepaald tijdstip, in formule derhalve: $R_n = P/V$.

De methoden ter bepaling van deze neusweerstand kunnen in twee groepen worden ingedeeld:

1. de neusweerstand wordt gemeten aan de neus, zonder andere bij de ademhaling optredende weerstanden te bepalen (2.2.1.).
2. de neusweerstand wordt bepaald door de bij de ademhaling optredende weerstanden te meten bij neus- en mondademhaling; het verschil van deze twee waarden wordt opgevat als de neusweerstand (2.2.2.).

2.2.1. Methoden, waarbij de neusweerstand alleen aan de neus wordt gemeten

De bepaling van de neusweerstand wordt in het dagelijks spraakgebruik vaak rhinomanometrie genoemd maar in zijn algemeenheid is dit een foutieve

benaming. Rhinometrie en rhinoresistometrie zijn de correcte termen. Omdat rhinometrie internationaal ingeburgerd is wordt dit woord verder gebruikt.

Wanneer de stroomsterkte bekend en/of constant is en alleen de druk wordt gemeten kan worden gesproken van rhinomanometrie.

Wanneer de druk bekend en/of constant is en alleen de stroomsterkte wordt gemeten kan worden gesproken van rhinorheometrie.

Wanneer druk en stroomsterkte gelijktijdig worden gemeten is de juiste benaming rhinorheomanometrie.

Men onderscheidt anterior rhinometrie (meting van druk en/of stroomsterkte alleen aan de nares) en posterior rhinometrie (meting van druk en/of stroomsterkte in de farynx, al dan niet gecombineerd met meting van druk of stroomsterkte aan de nares).

Verder onderscheidt men de passieve en de actieve rhinometrie.

Bij de passieve rhinometrie houdt de proefpersoon de adem in en de glottis gesloten, terwijl de lucht met een bekende en/of constante druk of stroomsterkte door de neus wordt geleid in een van beide richtingen.

Bij de actieve rhinometrie ademt de proefpersoon door de neus en het drukverschil en de stroomsterkte in de neus worden gelijktijdig bepaald. De verschillende methoden, die aldus mogelijk zijn worden hieronder vermeld.

Passieve anterior rhinometrie, onder te verdelen in twee groepen:

a. passieve anterior rhinorheometrie (Kayser 1895, Jacobson 1899, Courtade 1903, Gartner 1911, Benesi 1911):

de lucht wordt met een bekende druk door de neus geleid en de stroomsterkte wordt bepaald. De ingebrachte lucht kan het lichaam verlaten of via de geopende mond (hierbij kan via een of beide neushelften worden gemeten) of via het andere neusgat, terwijl de mond gesloten blijft: gemeten wordt dan de som van de weerstand van de ene neushelft bij „inademing” en de andere neushelft bij „uitademing”.

b. passieve anterior rhinomanometrie (Van Dishoeck 1935, Malcolmson 1959, McLaurin e.a. 1960, Ingelstedt en Rundcrantz 1964, Cottle 1968, Knothe en Aschoff 1969, Bentley en Jackson 1970, Van Dishoeck en Van Dishoeck 1970, Van Dishoeck 1973):

de lucht wordt met een bekende stroomsterkte door de neus geleid en de druk wordt gemeten.

Actieve anterior rhinometrie

Beschreven door Semerak (1958), Cottle (1960), Soubeyrand (1963), Von Arentschild (1966), Guillermin e.a. (1966), Keuning (1968), Akyildiz (1969), Kortekangas (1971), Bachmann (1972), Jenssen (1973), Masing (1974 a).

Hierbij wordt de stroomsterkte bij ademhaling door een der neushelften gemeten. De druk in de andere, naar buiten afgesloten neushelft wordt gelijktijdig gemeten en representatief geacht voor de druk in de farynx: het gaat hier dus om rhinorheomanometrie.

Passieve posterior rhinometrie, onder te verdelen in twee groepen:

a. passieve posterior rhinorheometrie:

de lucht wordt met een bekende druk door de neus geleid via mond of nares en de stroomsterkte wordt gemeten aan mond of farynx. Deze methode bestaat in theorie en voor zover ons bekend werd zij niet in praktijk gebracht.

b. passieve posterior rhinomanometrie (Scheideler 1939, Seebohm en Hamilton 1958, Perks en Rozner 1964, Richardson en Seebohm 1968, Van Dishoeck en Van Dishoeck 1970):

de lucht wordt met een bekende stroomsterkte door de neus geleid via de mond en de druk wordt gemeten aan mond of farynx.

Actieve posterior rhinometrie

Vele publikaties zijn hierover verschenen (o.a. Sternstein 1937, 1941, Lilly 1950, Aschan e.a. 1958, Guillermin e.a. 1961, Klajman en Sitkowski 1961, Pattie 1961, Speizer en Frank 1964, Craig e.a. 1965, Masing 1965, 1967, Solomon e.a. 1965, Solomon en Stohrer 1965, Spoor 1967, Cohen 1969, Ingelstedt e.a. 1969, Proctor e.a. 1969, Taylor en Shivalkar 1971, Feenstra 1972, Kern 1973, Barree en Feenstra 1974, Warren e.a. 1974).

De proefpersoon ademt normaal, de druk in de farynx of mond wordt geregistreerd en tegelijkertijd wordt de stroomsterkte aan de nares gemeten, dus rhinorheomanometrie.

Als nadeel voor elke vorm van rhinometrie geldt, dat de absolute grootte van de bepaalde weerstand in sterke mate afhankelijk is van het al dan niet aanwezig zijn van turbulenties. Is de luchtstroom volledig turbulent, dan is het drukverschil tussen nasofarynx en buitenwereld evenredig aan het kwadraat van de stroomsterkte en de weerstand kan aanzienlijke verschillen vertonen, zoals uiteengezet in hoofdstuk 3.

Als tweede nadeel van de rhinometrie geldt dat alleen de weerstand wordt bepaald, die de lucht in de neus ondervindt. Bij de beoordeling van de functie van de neus in de ademhaling zijn de meetresultaten hierbij slechts van beperkte waarde, o.a. omdat eventuele interacties tussen neus en lagere luchtwegen onopgemerkt blijven.

Tenslotte is een derde nadeel, wat voor elke vorm van rhinometrie geldt, het verschijnsel, dat de gemeten weerstand bij vrijwel elke proefpersoon in niet voorspelbare mate lager is dan gewoonlijk, doordat er decongestie van het

neusslijmvlies optreedt als gevolg van de door de stress van de onderzoekssituatie ontstane verhoging van de symphaticotonus.

Elke vorm van passieve rhinometrie heeft als nadeel, dat de stroom in de neus zeer onfysiologisch is en weinig overeenkomst vertoont met de werkelijkheid. Hierom verdient actieve rhinometrie de voorkeur.

Anterior rhinometrie heeft als nadelen dat het niet toepasbaar is bij volledige afsluiting van een neushelft en bij septumperforaties, dat deformatie van vestibulum en ostium internum gemakkelijk geschiedt door het inbrengen van meetapparatuur in de neus, dat ademhaling door één neushelft onfysiologisch is en er hierdoor gemakkelijker turbulenties optreden en dat ermee slechts de weerstand van beide neushelften afzonderlijk en niet de totale neusweerstand gemeten kan worden.

Posterior rhinometrie heeft als belangrijk nadeel dat een achter in de mond gelegen slang aanleiding kan geven tot het optreden van een worgreflex, waardoor de meting onmogelijk wordt gemaakt. Het gedeelte proefpersonen waarbij posterior rhinometrie om deze reden niet mogelijk is wordt in de literatuur verschillend opgegeven: 10% (Craig e.a. 1965), 50% (Kortekangas 1971) 40 à 60% (Bachmann 1972), 30% (Masing 1974 a).

Door de slang minder ver naar achteren in te brengen, wat voor het meetresultaat geen consequenties heeft, wordt dit bezwaar ondervangen en is onmogelijkheid van posterior rhinometrie door het optreden van een worgreflex een zeldzaamheid (Feenstra 1972).

Concluderend lijkt op theoretische gronden van alle methoden van rhinometrie de actieve posterior rhinometrie de minst slechte te zijn, vooral omdat hiermee de werkelijkheid het meest wordt benaderd.

2.2.2. *Methoden, waarbij de neusweerstand wordt bepaald aan de hand van verschillende bij de ademhaling optredende weerstanden*

Butler (1960) was de eerste, die de luchtwegweerstand bepaalde bij zowel mond- als neusademhaling en hieruit de neusweerstand berekende. Het grote voordeel van die methoden, waarbij de neusweerstand gemeten wordt samen met andere bij de ademhaling optredende weerstanden, is gelegen in het feit dat hiermee de neusfunctie bij de ademhaling beter kan worden beoordeeld en eventuele interacties tussen neus en lagere luchtwegen kunnen worden opgespoord, dit in tegenstelling tot de rhinometrie. Omgekeerd geldt echter, dat eventuele wijzigingen in de weerstanden in de lagere luchtwegen bij overschakeling van mond- op neusademhaling veranderingen in de neusweerstand kunnen maskeren. Men onderscheidt hierbij 4 methoden: de spirometrie, de

oesofagusdrukmethode, de interruptiemethode en de lichaamsplethysmografie.

Spirometrie

De hoeveelheid lucht na maximale inspiratie uitgeblazen in de eerste seconde bij maximaal snelle expiratie is hierbij een maat voor de luchtwegweerstand. Voor neusademhaling werd deze methode beschreven door Lajp (1972) en Betlejewski (1972).

Naast algemene nadelen van deze methode (onfysiologisch, afhankelijk van de medewerking van de patiënt, uitkomst is een indirecte maat voor de weerstand, slecht toepasbaar bij dyspnoïsche patiënten) gelden voor de meting bij neusademhaling nog de volgende nadelen:

storende invloed van secreet in de neus, grote moeilijkheid om een neusmasker te vinden dat goed afdicht zonder veel druk uit te oefenen op gezicht of neus en dat zo min mogelijk elastisch is. Bovendien zal de gemeten weerstand veel hoger zijn dan de werkelijke, door versterkte turbulentievorming in de neus tijdens deze geforceerde ademhaling.

Oesofagusdrukmethode

Hiermee werden metingen bij neusademhaling gedaan door Ogura e.a. (1964, 1966 en 1968), Polgar en Kong (1965), Togawa en Ogura (1966) en Ogura en Harvey (1971).

De druk in een ballon in de oesofagus, welke representatief wordt geacht voor de intrathoracale druk, wordt gemeten gelijktijdig met de stroomsterkte aan mond of neus; de longweerstand, de som van de luchtwegweerstand en de longweefselweerstand, wordt verkregen uit de stroomsterkte en de oesofagusdruk verminderd met de druk, nodig voor het overwinnen van de elastische krachten van de long. Het voordeel van deze methode is dat er continu gemeten kan worden tijdens spontane ademhaling; nadelen zijn de storende invloed van oesofagus- en hartcontracties, de belasting voor de patiënt en het feit, dat drukverschillen veroorzaakt door stromingsweerstand en asynchroniteit niet goed te scheiden zijn (Vooren 1976).

Een nadeel van deze methode bij neusademhaling is, dat de catheter met de oesofagusballon niet door de neus geleid dient te worden. Dit kan in de mond storend werken door het opwekken van een worgreflex en door belemmering van de ademhaling.

Interruptiemethode

De patiënt ademt hierbij via een masker of mondstuk, waarin zich een schuif bevindt, die de luchtweg geheel of gedeeltelijk kan afsluiten voor zeer korte perioden tijdens de ademhaling. Bij volledige afsluiting ontstaat drukequili-

bratie tussen de alveolen en de hogere luchtwegen, zodat de voor de schuif (d.w.z. aan de zijde van de patiënt) gemeten druk dan representatief geacht wordt voor de druk in de alveolen. Door gelijktijdige meting van de stroomsterkte kan aldus de stromingsweerstand van het gas in de luchtwegen worden bepaald. Bij de onvolledige afsluiting (variant van de interruptiemethode volgens Dirnagl (1953)) wordt deze stromingsweerstand berekend naar aanleiding van de drukvariëaties voor de schuif.

Schumann (1973) en Schumann en Mann (1975) deden metingen via de neus met laatstgenoemde interruptiemethode.

Een voordeel van deze methode is de mogelijkheid over langere tijd te meten zonder grote belasting voor de patiënt en naast algemene nadelen (niet goed toepasbaar bij obstructieve longaandoeningen, moeilijkheid van storende reflexen tijdens de interruptie, mogelijkheid van beïnvloeding van het meetresultaat door de compliance van wangen en mondbodem (Vooren 1976)) geldt speciaal voor metingen bij neusademhaling als nadeel, dat de compliance van het gebruikte masker het meetresultaat storend kan beïnvloeden.

Lichaamsplethysmografie

Deze methode wordt uitvoeriger besproken mede omdat wij haar in ons onderzoek hebben gebruikt. De lichaamsplethysmografie is bekend sinds 1870 (Quanjer 1971) en werd sindsdien in toenemende mate gebruikt voor het bepalen van het gasvolume in de luchtwegen en het alveolair systeem en de gemiddelde luchtwegweerstand. Echter pas in 1960 werd deze methode voor het eerst aangewend door Butler ter bepaling van de neusweerstand en de luchtwegweerstand bij neusademhaling. Hierna werd betreffende metingen met de lichaamsplethysmografie bij neusademhaling gepubliceerd door Nolte en Ulmer (1966), Nolte e.a. (1967), Ogura e.a. (1968), Unno e.a. (1968), Cohen (1969, 1970 en 1971), Enzmann (1970), Ey (1970), Ogura en Harvey (1971), Nolte (1972), Osterwald (1972), Büsser en Schibli (1973), Nolte en Lüder-Lühr (1973), Nolte en Sauer (1973), De Wit (1973), Schumann (1975), Schumann en Mann (1975).

Men onderscheidt de volumeconstante en de drukconstante lichaamsplethysmograaf; hierbij worden respectievelijk drukvariëaties en volumevariëaties geregistreerd van een luchtdicht afgesloten ruimte. De drukconstante lichaamsplethysmograaf wordt weinig gebruikt. Wanneer hier verder gesproken wordt over lichaamsplethysmografie wordt de volumeconstante vorm bedoeld.

De patiënt bevindt zich hierbij in een luchtdichte kast (zie fig. 1). Als gevolg van de adembewegingen van de patiënt treden er drukvariëaties op in deze kast, welke worden geregistreerd, gelijktijdig met de stroomsterkte van de ademlucht. Deze drukvariëaties zijn evenredig met die in de alveolen: immers, wanneer de patiënt inademt zet zijn thorax uit, het gas in de luchtwegen wordt

geëxpandeerd en het gas in de kast wordt gecomprimeerd. De drukstijging in de kast is evenredig met de drukdaling in de alveolen, welke dan kan worden berekend, wanneer men weet hoe de druk in de kast en de druk in de alveolen zich verhouden. Met andere woorden de druk in de kast moet vertaald worden in termen van druk in de alveolen. Deze verhouding bepaalt men door de luchtweg enkele seconden af te sluiten door middel van een klepje in het aansluitstuk voor mond of neus, terwijl de patiënt hijgt.

Er treedt tijdens deze afsluiting een drukequibratie op in de gehele luchtweg en de druk, aan mond of neus gemeten, is in principe gelijk aan die in de alveolen. Gelijktijdige registratie van de drukvariëaties in de kast en die aan mond (of neus) van de patiënt geeft dan de verhouding tussen de druk in de kast en die in de alveolen (Dubois e.a. 1956). Het hijgen tijdens deze meting is gewenst, omdat hierbij de glottis ruim open staat en drukequibratie aldus niet door een onvolledig geopende stemspleet wordt belemmerd. De luchtwegweerstand, het quotiënt van de druk in de alveolen en de stroomsterkte, kan zo worden berekend.

Een belangrijk probleem bij de metingen met de lichaamsplethysmografie is het feit dat de uitademingslucht in de regel warmer is en een hogere waterdampverzadiging heeft dan de inademingslucht en hierdoor wordt de lucht in de kast geëxpandeerd en stijgt de druk in de kast. Deze drukstijging maakt de druk in de kast als maat voor de druk in de alveolen onbetrouwbaar. Dit

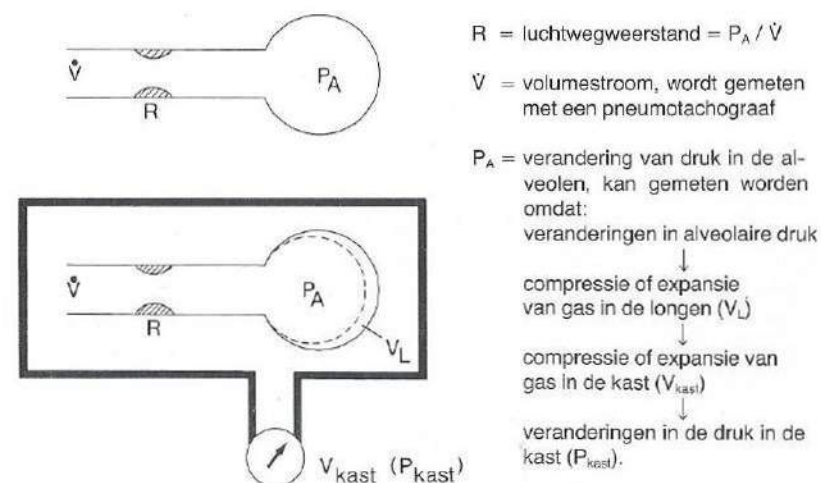


Fig. 1. Schematische voorstelling van de meting van de luchtwegweerstand met de lichaamsplethysmograaf (naar: Quanjer 1971)

bezwaar kan ondervangen worden door tijdens de meting de patiënt te laten ademen in een zak, waarin zich lucht bevindt op lichaamstemperatuur en met waterdamp verzadigd. Andere methoden om dit bezwaar te ondervangen worden hier verder buiten beschouwing gelaten.

Een ander probleem bij de lichaamsplethysmografie is, dat de drukvariaties die in de kast moeten worden gemeten, zeer gering zijn, waardoor dus uiterst gevoelige apparatuur vereist is. Hierdoor kunnen ook zeer geringe drukvariaties door andere oorzaken dan de ademhaling (bewegingen van de patiënt, temperatuursveranderingen in de kast, trillingen van buiten af e.d.) gemakkelijk storend werken. Een voorbeeld hiervan is het verschijnsel dat de druk in de kast tijdens de meting stijgt door de lichaamstemperatuur van de patiënt. Teneinde langzame drukvariaties tegen te gaan is de kast door een weerstand met de buitenwereld verbonden. De apparatuur dient opgesteld te staan in een rustige omgeving en tijdens de metingen is rust vereist.

Voor het begin van de meting dient de patiënt eerst enkele minuten in de kast te zitten, teneinde de lucht in de kast te laten verwarmen en bevochtigen. De invloed van drukveranderingen hierdoor veroorzaakt is dan kleiner (Briscoe en Dubois 1958).

De lichaamsplethysmografie is de meest betrouwbare en directe meting van de weerstand (Vooren 1976), maar kent ook belangrijke nadelen. De apparatuur is kostbaar en gecompliceerd en zowel de meetprocedure als het berekenen van de gegevens is zeer arbeidsintensief. In tegenstelling tot de interruptiemethode zijn de stromingsweerstand en de weerstand door asynchrone longventilatie niet te scheiden. Het zitten in een kleine afgesloten ruimte kan voor de patiënt een belangrijke psychische stress betekenen, die de slijmvliescongestie en daarmee het meetresultaat kan wijzigen. Dyspnoïsche patiënten zijn niet te onderzoeken met de lichaamsplethysmografie.

Een voordeel van de lichaamsplethysmografie bij metingen via de neus is, dat een optimale standaardisering mogelijk is van de inademiingslucht, wat betreft temperatuur en waterdampverzadiging; hier staat tegenover dat onderzoek naar de invloed van lucht van uiteenlopende temperatuur en vochtigheid op de neusweerstand met de lichaamsplethysmografie niet zonder meer mogelijk is en dat een constant bevochtigde en verwarmde ademlucht in feite onfysiologisch is (Osterwald 1972).

Bij de 4 hierboven vermelde methoden – spirometrie, oesofagusdrukmethode, interruptiemethode en lichaamsplethysmografie – zijn verschillende combinaties eveneens mogelijk. Omdat deze voor de neusweerstandsmeting geen rol spelen worden zij buiten beschouwing gelaten.

2.3. Methoden, waarbij alleen drukverschillen of stroomsterkten worden gemeten

Wanneer alleen drukverschillen of stroomsterkten in de neus worden gemeten geeft dit veel minder informatie over de neusdoorgankelijkheid, dan wanneer de weerstand wordt bepaald. Omdat de hiertoe benodigde apparatuur vaak veel eenvoudiger is kan toch aldus op snelle wijze een indruk worden verkregen over de doorgankelijkheid van de neus.

Spiess (1900) was de eerste, die de drukvariaties in de nasofarynx tijdens de ademhaling bepaalde, via een slang in de keel, zonder de stroomsterkte te meten. Deze methode heeft geen ingang gevonden, wel echer werd de anterior variant hiervan, waarbij de druk in de nasofarynx wordt geregistreerd via één afgesloten neusgat, incidenteel toegepast (Stoksted en Zeiler Nielsen 1957). Cottle (1968) noemde deze continue drukregistratie in de nasofarynx rhinosphygmo-manometrie en aan de vorm van de hierbij verkregen curves zou niet alleen de aard van de obstructie kunnen worden vermoed, maar zelfs aanwijzingen voor het bestaan van cardiopulmonale aandoeningen zouden eruit afgeleid kunnen worden.

Miodonski (1949) beschreef een methode, de „electrorhinospirometrie”, waarmee de stroomsterkte van de ademlucht in de neus zou kunnen worden gemeten. Hierbij werd gebruik gemaakt van de temperatuurswisselingen van in- en uitademingslucht, omgezet in een elektrisch signaal en daarna grafisch vastgelegd.

Meting van alleen de stroomsterkte door de neus werd eveneens gedaan door Drettner (1969), Benson (1971), Taylor e.a. (1973), waarbij respectievelijk als maat voor de doorgankelijkheid van de neus golden de maximale stroomsterkte door de neus bij geforceerde inademing en de verhouding maximale expiratoire stroomsterkte bij geforceerde neus- en mondademhaling. Hierbij gelden dezelfde nadelen als bij de spirometrische bepaling van de neusweerstand; bovendien is de maximale stroomsterkte bij geforceerde inademing door de neus als maat voor de neusweerstand van geen waarde omdat deze door de klepwerking van de neus gelimiteerd is (Bridger en Proctor 1970).

2.4. Methoden, waarbij andere parameters dan druk, stroom of weerstand worden gebruikt

Zwaardemaker (1889) was de eerste, die de doorgankelijkheid van de neus trachtte te bepalen aan de hand van de grootte van de condensatievlekken op een tijdens de uitademing voor de neus gehouden spiegel. Deze „spiegel van Zwaardemaker” wordt tot op heden nog gebruikt, voornamelijk omdat de

toepassing ervan zeer simpel is. Varianten op het principe van deze „rhinohy-grometrie”, die later werden ontwikkeld, waren alle ingewikkelder, zonder dat ze wezenlijk meer informatie verschaften.

Een andere methode berust op het verschijnsel dat geluiden tijdens neusadem-haling afhankelijk zijn van volume en vorm van het inwendige van de neus en Bruck (1901) was de eerste, die hier gebruik van maakte: zijn methode berustte op het verschijnsel, dat er bij krachtige uitademing door een min of meer verstopte neushelft een ander geluid ontstaat, dan bij een ruime neus-helft. Ook deze wijze van onderzoek is heden ten dage nog in zwang.

Een moderne variant hiervan is de „respiratoire fonografie” (Kossowska e.a. 1967, 1971): hierbij wordt de doorgankelijkheid van de luchtwegen beoor-deeld naar aanleiding van een analyse van de geluiden, die bij de ademhaling worden geproduceerd. Een door de patiënt zelf geproduceerde toon resoneert anders in een geobstrueerde neushelft en hierop berust de test van Spiess (1900); een indruk omtrent de neusdoorgankelijkheid kan eveneens worden verkregen uit de resonantie van een van buitenaf in de neus gebracht geluid (Simon en Schmidt-Kloiber 1969).

Tenslotte dient vermeld te worden, dat onder de naam plethysmografie of plethysmometrie in de loop der tijden enkele methoden zijn ontwikkeld om de zwellingstoestand van het neusslijmvlies, waarmee de neusdoorgankelijkheid zo nauw samenhangt, te meten.

Tschallussow beschreef in 1913 zijn luchtplethysmograaf; later kwamen daar-bij de foto-electrische plethysmografie (Hertzmann 1937), Simon en Schmidt-Kloiber 1971) en de luchtplethysmografie met een ballon in de neus (Krotova 1955, Lysovsckaja 1956, Pelikan e.a. 1977). Hierbij waren respec-tievelijk de lichtdoorgankelijkheid van het neusslijmvlies en de druk van een ballon in het cavum nasi maat voor de zwellingstoestand van het neusslijm-vlies. Voor een goede bepaling van de doorgankelijkheid van de neus voldoen deze methoden echter niet.

Methoden, waarbij andere aspecten van de neusfunctie onderwerp van onder-zoek zijn (reuk, conditionering van de lucht e.d.) worden hier buiten be-schouwing gelaten, hoewel de neusdoorgankelijkheid hiermee, zij het slechts ten dele, verband houdt.

2.5. Conclusie

Naar aanleiding van bovenstaande overwegingen en literatuurgegevens kan betreffende de verschillende methoden ter bepaling van de doorgankelijkheid van de neus het volgende gesteld worden: alle methoden, waarbij niet de

neusweerstand wordt bepaald, voldoen niet wegens gebrek aan nauwkeurig-heid.

Bij de rhinometrische methoden is de actieve posterior rhinometrie het beste. Van de methoden, waarbij ook andere bij de ademhaling optredende weer-standen worden bepaald, zijn de lichaamsplethysmografie en de interruptie-methode het meest geschikt.

III De interpretatie van de gemeten waarden

3.1. Inleiding

De luchtwegweerstand, waarvan de neusweerstand een onderdeel is, is een waarde, die tot stand komt door het drukverschil tussen twee punten in de luchtweg te relateren aan de volumestroom van de ademlucht op een bepaald moment van de ademcyclus. Over de wijze waarop deze weerstand kan worden berekend bestaat onenigheid en alvorens hierop in te gaan dienen enkele aspecten uit de rheologie te worden vermeld.

3.2. Enkele fysische aspecten van neusademhaling

De stroom in de luchtwegen is laminair, turbulent of gemengd laminair-turbulent. In fig. 2 zijn drukverschil en volumestroom tegen elkaar uitgezet. Hierin geven 1, 2 en 3 de gebieden weer, waarin de stroom respectievelijk laminair, gemengd laminair-turbulent en turbulent is. De relatie tussen drukverschil (P) en volumestroom (V) is:

$$P = k_1 \cdot \dot{V} \quad (\text{laminare stroom, gebied 1})$$

$$P = k_2 \cdot \dot{V}^\times \quad \text{waarbij } 1 < \times < 2 \text{ (gemengd laminair-turbulente stroom, gebied 2)}$$

$$P = k_3 \cdot \dot{V}^2 \quad (\text{turbulente stroom, gebied 3})$$

Hierin zijn k_1 , k_2 en k_3 constanten, waarbij k_1 overeenkomt met de weerstand. Hieruit blijkt dat in het turbulente gebied de weerstand evenredig toeneemt met de volumestroom. Bovendien geldt voor de luchtwegen, en speciaal de neus, dat er ergens op deze curve zich een punt bevindt, waarbij er bij toename van het drukverschil geen toename of zelfs een afname van de volumestroom optreedt, een en ander als gevolg van aanzuiging van weke delen rond de luchtwegen tijdens inspiratie (Bridger en Proctor 1970).

Gedurende elk moment van de ademcyclus kan de relatie volumestroom en druk dus gekarakteriseerd worden door een punt op deze lijn. In feite ligt dit punt bij normale neuzen tijdens rustademhaling voornamelijk in gebied 2,

waar de stroom dus gemengd laminair-turbulent is. Rohrer (1915) beschreef de relatie volumestroom-druk in de neus als $P = k_1 \cdot \dot{V} + k_2 \cdot \dot{V}^2$, Spoor (1967) vond $P = k \cdot \dot{V}^{1.75}$.

Afhankelijk van de stroomsterkte varieert het aandeel van turbulenties in de luchtwegweerstand. Dit aandeel varieert dus tijdens de gehele ademcyclus.

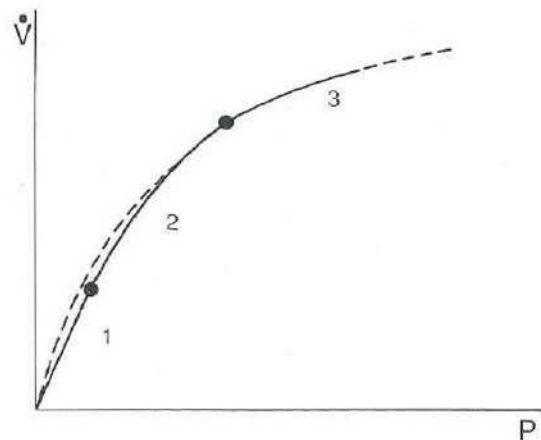


Fig. 2. Verband tussen het drukverschil P en de volumestroom $\dot{V}$. Voor de stippellijn geldt $P = \dot{V}^2$.

3.3. Berekening van de neusweerstand

In het algemeen zal er dus bij de gelijktijdige registratie van drukverschillen en volumestromen in de luchtwegen een S-vormige figuur ontstaan (fig. 3) met elk der genoemde methoden. Met behulp van één van de lijnen 1, 2, 3 of 4 in deze figuur wordt meestal getracht de luchtwegweerstand te berekenen uit de curve. De weerstand of weerstandsverandering wordt dan gelijkgesteld aan de cotangens van de hoek, die de lijn met de X-as maakt.

Lijn 1 is de raaklijn door de curve op het snijpunt van het assenstelsel, bij de neusweerstandsberekening gebruikt door Salman e.a. (1971) en Feenstra (1972). Het belangrijkste bezwaar van deze methode is dat men de weerstand bepaalt bij een zeer geringe – laminaire – volumestroom. Essentieel voor alle functies van de neus is het contact tussen ademlucht en slijmvlies, en dit contact komt tot stand door turbulenties. Bij deze methode van weerstandsrekening gaat men dus uit van voor de neus onfysiologische omstandigheden: de korte tijd aan het begin en eind van elke ademcyclus waarin de stroom niet

turbulent is. Bovendien is het in de praktijk moeilijk deze raaklijn nauwkeurig te trekken.

Bij de tweede methode (lijn 2) wordt de lijn getrokken tussen de punten waarop in- en expiratie maximaal zijn. Bij de neusweerstandsberekening wordt deze methode niet gebruikt, doch ter wille van de volledigheid hier wel vermeld. Voor de neusweerstandsberekening is deze methode niet geschikt, omdat door vormveranderingen in de weke delen van de neus tijdens de ademhaling dit punt van maximale in- en expiratie zich telkens op een andere plaats zal bevinden; hierdoor zal de te meten hoek telkens verschillend zijn. Bovendien is een nadeel dat bij wisselende diepte en snelheid van in- en expiratie vooral de mate van turbulentievorming varieert, waardoor de vorm

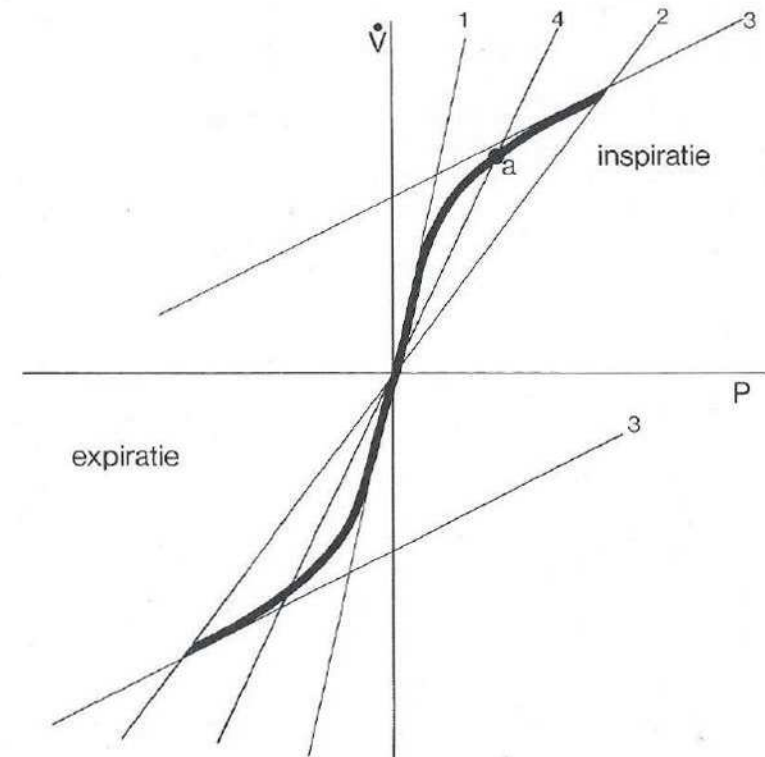


Fig. 3. Schematische weergave van het verband tussen drukverschil P en volumestroom $\dot{V}$ in de luchtwegen. De cotangens van een van de lijnen 1, 2, 3 of 4 met de X-as stelt weerstand of weerstandsverandering voor.

van de curve en daarmee de aldus berekende waarden sterk kunnen variëren. Evenals bij de eerste methode komen verschillen tussen de luchtwegweerstand bij in- en uitademing hier niet tot uitdrukking.

Bij de derde methode (lijn 3) wordt niet de weerstand maar de weerstandsverandering berekend uit een raaklijn door het punt van maximale in- of exspiratie (Von Arentschild 1966).

Hierbij geldt hetzelfde nadeel als bij de tweede methode, nl. dat de lijn bij elke ademcyclus op een andere plaats kan liggen onder invloed van een telkens wisselende mate van vormverandering van weke delen en turbulentie. Ook deze lijn is in de praktijk moeilijk te trekken.

De laatste methode (lijn 4) bestaat hieruit, dat men de weerstand berekent bij een bepaalde referentiedruk of -stroom (punt a in fig. 3). Dit is de meest gebruikte methode in de rhinometrie en het meest wordt als referentievolumestroom 0,5 l/sec. gebruikt (Sternstein 1937, Butler 1960, Guillerm e.a. 1961, Pattle 1961, Speizer en Frank 1964, Craig e.a. 1965, Solomon en Stohrer 1965, Cohen 1969, 1970, Ingelstedt e.a. 1969, Guillerm e.a. 1971, Nolte 1972, Nolte en Sauer 1973, Nolte en Lüder-Lühr 1973).

Naar onze mening zijn hierbij alle nadelen van de hiervoor vermelde methoden in de minste mate aanwezig: de lijn is gemakkelijk en exact te trekken en bij de in- en exspiratie kan de weerstand afzonderlijk worden berekend. Daarentegen geldt ook hier het bezwaar, dat de gevonden waarden variëren door het optreden van turbulenties.

Dit valt deels te ondervangen door een lagere referentievolumestroom te kiezen in plaats van de algemeen gebruikelijke 0.5 l/sec.: dan is de invloed van turbulenties op de berekende waarden geringer.

Een andere reden om een lagere referentievolumestroom te kiezen in plaats van de gebruikelijke 0.5 l/sec. wordt gevormd door het feit, dat in min of meer geobstrueerde neuzen turbulenties bij lagere volumestromen zullen optreden, en de invloed hiervan op de berekende waarden dus groter zal zijn dan bij normale neuzen. Bovendien zal deze 0.5 l/sec. lang niet altijd worden bereikt, wanneer er van belemmerde neuspassage sprake is, zeker niet tijdens de rustademhaling, waarbij wordt gemeten.

Om bovenvermelde redenen hebben wij bij ons onderzoek wel gekozen voor de methode met een referentievolumestroom, maar in plaats van de gebruikelijke 0.5 l/sec. hebben wij hiervoor 0.25 l/sec. aangehouden.

3.4. Conclusie

Voor de beoordeling van de doorgankelijkheid van de neus is vooral de vorm van de drukstroomcurve van belang. Wanneer we deze doorgankelijkheid in

een getal willen vastleggen rijzen er problemen. Bij de berekening van de luchtwegweerstand uit een drukstroomdiagram moet altijd een compromis getroffen worden tussen twee wezenlijke nadelen: ten eerste het feit dat laminaire stroom zeker voor de bovenste luchtwegen onfysiologisch is en ten tweede dat er bij de hogere – wel fysiologische – volumestromen er turbulenties optreden, waardoor de berekende waarden variëren gedurende een groot gedeelte van de ademcyclus. Het beste compromis bestaat o.i. hieruit, dat een referentievolumestroom of -druk wordt gekozen, die vrij laag is, waardoor het bezwaar van de turbulenties enigszins wordt ondervangen.

IV De (patho-)fysiologische betekenis van de neusdoorgankelijkheid

4.1. Inleiding

Zoals hierboven vermeld, wordt in de ademmechanica weerstand opgevat als het quotiënt van het drukverschil tussen twee punten in de luchtweg en de volumestroom op een bepaald moment. Weerstand geeft dus weer welk drukverschil er nodig is om een bepaalde hoeveelheid lucht binnen een tijdseenheid over een afstand in de luchtweg te verplaatsen. In het algemeen onderscheidt men bij de ademhaling drie vormen van weerstand: ademweerstand, longweerstand en luchtwegweerstand. Als drukverschil wordt hier genomen het verschil tussen de druk in de omgevingslucht met respectievelijk die in het aangrijpingspunt van de ademhalingsspierkracht, die in de intrapleurale ruimte en die in de alveolen. Interacties, van deels reflexmatige aard, zijn aannemelijk tussen deze drie weerstanden, in het kader van het zogeheten „minimal work of breathing”, maar veel hieromtrent is nog hypothetisch (Butler 1960, Ferris e.a. 1964, Speizer en Frank 1964, Ohnishi en Ogura 1969). De neusweerstand is gedefiniëerd als het quotiënt van het drukverschil tussen de omgevingslucht en de epifarynx en de volumestroom door de neus op een bepaald moment. Rohrer stelde reeds in 1915, dat de neusweerstand ongeveer de helft is van de totale luchtwegweerstand. Dit is later door vele andere auteurs bevestigd. Teneinde inzicht te verkrijgen over de fysiologische en pathofysiologische betekenis van de neusweerstand dienen wij ons af te vragen hoe deze tot stand komt, welke de determinanten ervan zijn (4.2). Eveneens dienen wij ons af te vragen wat de betekenis van de neusweerstand is voor de ademhaling in haar geheel (4.3), daar immers normaliter het gehele ademminuutvolume de neus passeert en de neus dus een integraal onderdeel vormt van de tractus respiratorius.

4.2. Determinanten van de neusweerstand

Er bestaat geen overeenstemming over de vraag, of de neusweerstand bij in- en uitademing gelijk is of verschilt. Van Dishoeck (1942), Ferris e.a. (1964) en Masing (1974a) vinden dat de neusweerstand bij inademing groter is, Speizer

en Frank (1964), Proctor e.a. (1969) en Büsser en Schibli (1973) vinden dat de neusweerstand bij uitademing groter is, terwijl Craig e.a. (1965) en Ingelstedt e.a. (1969) stellen, dat er geen of een verwaarloosbaar verschil is. Het is aannemelijk, dat een groot deel van de gevonden verschillen is terug te voeren op de gebruikte meetmethode, de aanwezigheid van pathologie in de neus, zoals te slappe alae, of het bestaan van niet vermoede obstructieve longaandoeningen.

De neusweerstand wordt bepaald door inhoud en vorm van de inwendige neus. Anatomische verschillen kunnen hier vrij aanzienlijk zijn en op grond hiervan alleen al is het aannemelijk, dat de neusweerstand bij verschillende mensen nogal varieert. De vorm is vooral zo belangrijk, omdat hierdoor het stromingsprofiel en het al dan niet optreden van turbulenties wordt bepaald, hetgeen de grootte van de neusweerstand beïnvloedt (Butler 1960, Ingelstedt en Toremalm 1960, Lippmann 1970).

Versillen in inhoud en vorm van de neus verklaren eveneens het verschijnsel dat de neusweerstand bij kinderen groter is dan bij volwassenen (Polgar en Kong 1965, Masing 1974a), dat bij een grotere lichaamslengte de neusweerstand over het algemeen kleiner is en dat de neusweerstand bij vrouwen in de regel die bij mannen overtreft (Büster en Schibli 1973). Vorm en inhoud van het inwendige van de neus worden bepaald door de omringende structuren, bestaande uit rigide weefsels (bot) en meer vervormbare delen (kraakbeen, slijmvlies, submucous weefsel), waarvan de invloed op de neusweerstand kan variëren.

Het *vestibulum* speelt bij de totstandkoming van de neusweerstand over het algemeen een ondergeschikte rol. Slechts wanneer de neusvleugels worden aangezogen tijdens de inademing, zoals bijvoorbeeld bij abnormale slappe der neusvleugels of paralyse van de mm. alares, kan de neusweerstand hierdoor tijdens de inspiratie aanzienlijk zijn verhoogd. De hoek, die het orificium externum nasi maakt met de bovenlip zou volgens sommigen (Van Dishoeck 1936, Sercey 1947, Huizing 1965) het stroomverloop van de inademingslucht in de neus in belangrijke mate bepalen en het is voorstelbaar, dat dit consequenties heeft voor de grootte van de neusweerstand.

Het nauwste deel in de luchtweg door de neus bepaalt grotendeels de grootte van de neusweerstand, en bij het Kaukasisch ras wordt dit nauwste gedeelte gevormd door het *ostium internum*. De strek in de onmiddellijke nabijheid van dit ostium internum wordt dan ook door velen verantwoordelijk geacht voor het grootste deel van de neusweerstand (Mink 1920, Van Dishoeck 1936, 1942, 1965, De Wit e.a. 1965, Bridger 1970, Bridger en Proctor 1970, Hinderer 1970, Masing 1970, 1974b, Arbour en Kern 1975).

Echter, het nauwste gedeelte in de luchtweg door de neus bij het negroïde ras

wordt gevormd door de voorzijde van de *conchae*, met name de concha inferior. De zwellingstoestand ervan is bepalend voor de grootte van de neusweerstand (Heinberg en Kern 1973). Anderen stellen, dat ook bij het Kaukasische ras, het vooral de conchae zijn, die bepalend zijn voor de grootte van de neusweerstand (Uddströmer 1940, Proetz 1941, Stoksted 1952, Feenstra 1972).

Nakano (1967, 1970) stelt, dat de conchae alleen dan verantwoordelijk zijn voor het grootste gedeelte van de neusweerstand, wanneer zij zodanig zwellen, dat het oppervlak van de voor de ademlucht beschikbare doorsnede ter plaatse kleiner is dan die van het ostium internum (tijdens rhinitis en wellicht eveneens in één neushelft tijdens de congestieve fase van de neuscyclus). Dit is de meest logische theorie, waarmee bijvoorbeeld de obstruerende werking van gezwollen slijmvlies kan worden verklaard, zonder de belangrijke klepfunctie van het ostium internum te miskennen.

Van alle factoren, die van invloed zijn op de neusweerstand, is de mate van congestie van het neusslijmvlies wel de meest variabele. De vullingsgraad van de *submucose vaatplexus* in de neus staat onder invloed van het autonome zenuwstelsel. Elke prikkel, die een wijziging in de sympathische-parasympathische balans teweeg brengt, kan een verandering in de neusweerstand veroorzaken. In dit verband kan worden genoemd lichamelijke inspanning waarbij de neusweerstand daalt (Van Dishoeck 1942, Proetz 1953, Aschan e.a. 1958, Richerson en Seeborn 1968, Baumann en Masing 1970, Masing 1974a). Hetzelfde is het geval tijdens emoties (Holmes e.a. 1950, Stoksted 1970). Bij het Horner syndroom is de neusweerstand aan de aangedane zijde verhoogd als gevolg van congestie onder invloed van de sympathicusuitval (Van Dishoeck en Van Lier 1960).

Hiernaast zijn er vele factoren, die invloed hebben op de neusweerstand via een wijziging van de vullingsgraad van de submucose vaatplexus in de neus, waarvan het onderliggend mechanisme minder duidelijk is.

De temperatuur en de samenstelling van de ademlucht kunnen de grootte van de neusweerstand beïnvloeden. Zowel bij overgang naar koudere als naar warmere lucht neemt de neusweerstand toe (Malan 1928, Drettner 1961, 1967, Tagaki e.a. 1969, Proctor e.a. 1969, Salman e.a. 1971). Novotný (1975) vond bij blanken in de tropen een hogere neusweerstand dan in gematigde klimaten en hij schreef dit toe aan vasodilatatie in de neus onder invloed van het klimaat.

Een verhoging van het CO₂ gehalte in de omgevingslucht heeft een verkleining van de neusweerstand tot gevolg (Tagaki e.a. 1969, Proctor e.a. 1969, Principato en Ozenberger 1970). De vochtigheidsgraad van de inademingslucht zou volgens sommigen wel invloed hebben op de grootte van de neusweerstand (Moe 1941, Ingelstedt en Ivstam 1951), meer recente onderzoekin-

gen echter hebben uitgewezen dat het effect hiervan op de neusweerstand te verwaarlozen is (Salman e.a. 1971, Andersen e.a. 1972).

De lichaamshouding speelt een belangrijke rol bij de totstandkoming van de neusweerstand. Bij liggende houding is de neusweerstand groter dan bij staande positie; dit is het gevolg van een tijdens horizontale lichaamshouding hogere veneuze druk in het hoofd-halsgebied, waardoor de veneuze afvoer wordt belemmerd (Sternberg 1925, Van Dishoeck 1938, 1973, Uddströmer 1940, Rundcrantz 1964, 1969, 1971, Drettner 1965, Drettner en Lindholm 1967, Keuning 1968, Jonson en Rundcrantz 1969, Rao en Potdar 1970, Stoksted 1970, Ramey e.a. 1971, Simon en Schmidt-Kloiber 1971, Enzmann 1974). Het verschijnsel, dat sommige antihypertensiva, met name de rauwolfia-alkaloiden, neusobstructie geven vooral bij liggende houding, kan worden verklaard uit de beïnvloeding van het autonome zenuwstelsel en uit de vasomotore onderdrukking, waardoor bij horizontale lichaamshouding de veneuze druk in het hoofd-halsgebied groter wordt (Conner e.a. 1957). Het verschijnsel dat bij zijligging de onderliggende neushelft meer geobstrueerd is werd voor het eerst beschreven door Kayser (1895); het is aannemelijk dat dit voornamelijk via hetzelfde mechanisme tot stand komt (Keuning 1968) hoewel de neuscyclus eveneens van belang kan zijn.

De neuscyclus, eveneens voor het eerst beschreven door Kayser (1889), is het verschijnsel, dat bij ongeveer 80% van de mensen afwisselend de ene en dan de andere neushelft congestief wordt met een interval van 50 minuten tot 5 uur. De weerstand van beide neushelften afzonderlijk varieert hierdoor aanzienlijk, maar steeds in tegengestelde richting, zodat de totale neusweerstand nagenoeg gelijk blijft (Stoksted 1953, Drettner 1967, Keuning 1968, Masing 1970, Principato en Ozenberger 1970, Williams 1972, Büsser en Schibli 1973, Kern 1973).

Het aandeel van de zwellingstoestand van het neusslijmvlies bij de neusweerstand is bij verschillende leeftijden niet gelijk: bij volwassenen is dit aandeel verhoudingsgewijs groter dan bij kinderen (Polgar en Kong 1965, Masing 1974a).

De submucieuze vaatplexus op het neusseptum kan, evenals die in de conchae, invloed uitoefenen op de neusweerstand. Deze „septumklep“ (Heinberg en Kern 1973) wordt voornamelijk gevormd door de zwellichamen op de dorsale zijde van het septum, kwantitatief echter speelt dit een ondergeschikte rol. Proetz (1941) hechtte een grote betekenis aan de verhouding tussen de grootte van het cavum nasi en de choane bij de aerodynamiek van de neus; de choane speelt bij de neusweerstand geen rol van betekenis door de relatief grote doorsnede ervan. Echter vernauwingen komen hier wellicht veel vaker voor dan algemeen wordt aangenomen (Graamans en De Vries 1976).

Het palatum molle kan verhogend werken op de luchtwegweerstand bij neusa-

demhaling tijdens snurken en foneren, maar heeft tijdens andere omstandigheden hierop geen invloed van betekenis.

Over de invloed van de lagere luchtwegen op de neusfuncties en de neusweerstand is wel uiterst weinig bekend. Tatum (1923) vond, dat bij katten de neusdoorgankelijkheid toenam, wanneer hij een kunstmatige tracheastenose aanbracht. Volgens Nolte en Ulmer (1966), Cohen (1969) en Nolte (1972) is bij obstructieve longaandoeningen ook de neusweerstand hoger dan normaal. Interessant in dit verband is ook het verschijnsel, dat bij gelaryngectomeerden de neuscyclus ontbreekt (Keuning 1968).

Het is duidelijk dat de neusweerstand tot stand komt onder invloed van een groot aantal factoren, waardoor deze neusweerstand sterk kan variëren, niet alleen interindividueel (zie tabel 1), maar ook bij dezelfde persoon op verschillende tijdstippen.

Tabel 1. In de literatuur vermelde neusweerstandswaarden bij personen zonder klachten over de neus.

Auteur(s)	Methode	Aantal proefpersonen	Neusweerstand in mm H ₂ O/1/sec
Büsser en Schibli (1973)	L	27	8-20
Cohen (1969)	L en Rh	25	24.7
Craig e.a. (1965)	Rh	14	11.2
Feenstra (1972)	Rh	100	23
Ferris e.a. (1964)	L	9	15.5
Guillerm e.a. (1961, 1966, 1971)	Rh	—	8.0-15.0
Ingelsted e.a. (1969)	Rh	10	13.2-13.9
Nolte e.a. (1967)	L	43	37.4
Nolte (1972)	L	21	25.1
Rohrer (1915)	onderzoek op kadavers		13.2
Schumann (1975)	Rh, L en I	460	12.0-26.5
Speizer en Frank (1964)	Rh	8	13.2
Sternstein (1937)	Rh	32	13.2
Stoksted (1953)	Rh	100	18.0
De Wit (1973)	L	9	14.0

I = interruptiemethode

L = lichaamsplethysmografie

Rh = rhinometrie

4.3. Neusdoorgankelijkheid en tractus respiratorius

Omtrent de fysiologie van de neus is, zeker wanneer wij deze vergelijken met de fysiologie van de lagere luchtwegen, weinig bekend. Over de samenhang tussen het functioneren van de neus en de lagere luchtwegen is echter nog veel minder bekend, mogelijk als gevolg van een scheiding der specialismen. Toch kunnen beiden niet los van elkaar worden gezien, omdat de lucht in de neus, zowel bij in- als expiratie, essentiële veranderingen ondergaat. In tegenstelling tot een groot deel van de overige luchtwegen heeft de neus niet zo zeer tot functie alleen een doorgangskanaal te vormen voor de ademgassen (Cohen 1969, Pavlik 1973, Podoshin 1974): de belangrijke veranderingen in samenstelling en temperatuur, welke de passerende ademgassen in de neus ondergaan, zullen hun invloed kunnen doen gelden op het functioneren van de overige luchtwegen. De samenhang tussen de neus en de overige luchtwegen wordt vooral ook geadstrueerd door het verschijnsel dat patiënten met neusobstructie vaak over benauwdheid klagen, hoewel de weerstandsverhoging in de neus gemakkelijk gecompenseerd kan worden door over te schakelen naar mondademhaling.

Neuspassagestoornissen zijn dus vooral op te vatten als ademhalingsstoornissen en daarom dienen wij na te gaan, welke gevolgen veranderingen in de neusdoorgankelijkheid hebben op het functioneren van de rest van de tractus respiratorius en zelfs op de homeostase van het interne milieu.

In de literatuur bestaat vrijwel overeenstemming over het verschijnsel dat neusobstructie een daling in de arteriële pO_2 tot gevolg heeft (Lüscher 1930, Cassisi e.a. 1971, Cook en Komorn 1973, Ogura e.a. 1973, Cavo e.a. 1975, Slocum e.a. 1976).

Ernstige cardiovasculaire complicaties als gevolg van neusobstructie, en wel voornamelijk nasofaryngeale obstructie door hypertrofische tonsillen, werden beschreven door Menashe e.a. (1965), Noonan (1965), Luke e.a. (1966), Levy e.a. (1967) en Masumi e.a. (1969). Deze verschijnselen varieerden van een matige hartvergroting en rechts-hypertrofie tot ernstige rechts-decompensatie en pulmonaal oedeem. Deze verschijnselen zouden volledig reversibel zijn na opheffen van de obstructie, in casu adenotonsillectomie. Over de veranderingen in de ademmechanica, die het gevolg zijn van een gewijzigde neusdoorgankelijkheid, is weinig bekend en verschillende auteurs spreken elkaar hierover tegen. Zo vermelden Ogura e.a. (1964, 1973), Unno e.a. (1968), Ohnishi e.a. (1969, 1971, 1972) en Ogura (1970) een toename van de longweerstand en functionele residuale capaciteit en een afname van de zogenaamde functionele of relatieve compliance als gevolg van neusobstructie. Ook deze verschijnselen zouden reversibel zijn na operatieve correctie van de neusobstructie. Cassisi e.a. (1971) vinden eveneens een stijging van zowel

de longweerstand als de luchtwegweerstand na neusobstructie door tamponnade van de neus. Voornoemde veranderingen in de ademmechanica konden echter door Krajina e.a. (1977) niet worden bevestigd. Volgens Butler (1960) is de ademarbeid bij neusademhaling meer dan tweemaal zo groot als bij mondademhaling.

Volgens Rattenborg (1961) varieert de weerstand van de larynx in reciproke zin met die van de neus. De Wit (1973) veronderstelt de aanwezigheid van een zekere minimale luchtwegweerstand, die vereist is voor een optimale ademfunctie. Dit zou inhouden, dat, wanneer de neusweerstand stijgt de luchtwegweerstand bij mondademhaling eveneens stijgt, omdat het minimale weerstandsniveau bij overschakeling op mondademhaling gehandhaafd moet blijven. Wanneer de neusweerstand daalt zou de weerstand in de lagere luchtwegen stijgen, ten einde de aanwezigheid van de vereiste totale luchtwegweerstand te waarborgen.

Er is meer bekend over veranderingen in de tractus respiratorius en de rest van het lichaam ten gevolge van prikkeling van het neusslijmvlies. Deze veranderingen worden hierna vermeld, omdat het voorstelbaar is dat een deel ervan eveneens kan optreden na een gewijzigde doorgankelijkheid van de neus. Immers een verandering van de doorgankelijkheid van de neus heeft een wijziging van de afferente impulsstroom uit het neusslijmvlies tot gevolg. Dixon en Brodie (1903) beschreven bronchoconstrictie na mechanische en elektrische prikkeling van het neusslijmvlies. Dit verschijnsel bleef uit na doorsnijding van de nervus vagus. Zij concludeerden dat er mechanismen waren, waardoor de long beschermd werd tegen het binnendringen van prikkelende stoffen. Sercer (1952) toonde aan, dat mechanische, chemische en thermische prikkeling van het neusslijmvlies bronchoconstrictie tot gevolg had, echter wanneer de prikkel sterk was volgde echter bronchodilatatie. Dit verschijnsel werd door hem de nasobronchiale reflex genoemd en deze zou voornamelijk homolateraal zijn. Nadel en Widdicombe (1962) en Tomori en Widdicombe (1969) vonden uitsluitend bronchodilatatie na prikkeling van het neusslijmvlies. Anderson (1953) beschreef apneu als gevolg van prikkeling van het neusslijmvlies met ether. Dit effect bleef uit na doorsnijden van de nervus trigeminus, zodat verondersteld moet worden dat deze reactie van reflexmatige aard is met een afferente baan via deze zenuw. Eveneens werd apneu beschreven na prikkeling van het neusslijmvlies van honden met ijswater door Angell James en Daly (1969). Kaufman en Wright (1969) vermeldten een stijging van de luchtwegweerstand na prikkeling van het neusslijmvlies met siliciumpartikels bij proefpersonen. Deze stijging werd niet waargenomen wanneer tevoren atropine was toegediend.

Corn e.a. (1972) toonden bij katten een toename aan van de longweerstand na prikkeling van de nasofarynx met zwaveldioxyde. Een vergelijkbaar ver-

schijnsel werd reeds door Speizer en Frank in 1966 beschreven: bij inhalatie van zwaveldioxyde nam de longweerstand echter meer toe bij mondademhaling dan bij neusademhaling. Dit zou waarschijnlijk het gevolg zijn van het feit, dat de zwaveldioxyde vooral in de neus werd weggevangen. Ook Whicker en Kern (1973) en Whicker e.a. (1978) vinden een stijging van de longweerstand bij honden na prikkeling van het neusslijmvlies met ijswater. Deze reactie bleef eveneens uit wanneer de nervus trigeminus werd doorgesneden. Zij kwamen echter tot de conclusie dat deze stijging van de longweerstand waarschijnlijk niet het gevolg was van het intrinsieke gedrag van de luchtwegen, maar dat prikkeling van het neusslijmvlies reflexmatig veranderingen van het adempatroon tot gevolg hebben, waar de verandering van weerstand weer een gevolg van is.

4.4. Conclusie

De neusweerstand komt tot stand onder invloed van een groot aantal – deels variabele – factoren. Over de beïnvloeding van de neus, enerzijds door een veranderde doorgankelijkheid en anderzijds door directe prikkeling van het neusslijmvlies, op de overige luchtwegen en de rest van het organisme is weinig bekend en de aanwezige kennis is fragmentarisch en contradictoir.

Eigen onderzoek

V Probleemstelling

5.1. Inleiding

Bij klachten over de neus is het therapeutisch handelen er in de regel op gericht de doorgankelijkheid van de neus te verbeteren. De betekenis van deze doorgankelijkheid is evenwel niet duidelijk. Dit onderzoek beoogt enig inzicht te verwerven in de pathofysiologische betekenis van de neusdoorgankelijkheid. Een belangrijk element in de vraagstelling hierbij is of functionele klachten van de neus voor of na de hierop betrekking hebbende operatie kunnen worden geobjectiveerd.

In het verleden is voldoende gebleken dat bepalingen van de neusdoorgankelijkheid alleen hiertoe niet geheel geschikt zijn, onder andere doordat het optreden van klachten niet alleen afhangt van de doorgankelijkheid van de neus. Het ligt daarom voor de hand om bij patiënten met functionele klachten van de neus ook de doorgankelijkheid van de rest van de luchtwegen te bepalen.

5.2. Begripsbepalingen

Vele auteurs (zie 2.2.2.) menen dat de neusweerstand het verschil is van de bij neus- en mondademhaling gemeten waarden van de diverse in de tractus respiratorius optredende weerstanden.

Zoals hiervoor uiteengezet is het echter niet ondenkbaar dat overschakelen van mond- op neusademhaling reflexmatige veranderingen in de rest van de luchtwegen ten gevolge heeft. Dit maakt het o.i. noodzakelijk niet alleen de verschillen tussen de bij neus- en mondademhaling gemeten weerstandswaarden in beschouwing te nemen. Om hiervoor uiteengezette redenen hebben wij ervoor gekozen om eveneens de verhoudingen van deze waarden in het onderzoek te betrekken.

Pre- en postoperatief werd bij de in hoofdstuk VI beschreven patiënten de luchtwegweerstand bepaald met de volumeconstante lichaamsplethysmograaf bij mondademhaling (R_m), bij neusademhaling (R_n) en bij neusademhaling nadat een lokaal decongestivum in de neus was geapliceerd (R_{nd}). Het

afslinken van de neus werd gedaan om de invloed van de congestie van de submuceuze vaatplexus op de neusweerstand te minimaliseren.

Deze drie waarden, alsmede hun verschillen en verhoudingen, waren de door ons gehanteerde parameters, dus R_m , R_n , R_{nd} , R_n/R_m , R_{nd}/R_m , R_n/R_{nd} , R_n/R_m , R_{nd}/R_m en R_n/R_{nd} . Tabel 2 geeft de door ons hierna gebruikte nomenclatuur voor deze 9 parameters weer.

Tabel 2.

weerstand

1. R_m = luchtwegweerstand bij mondademhaling
2. R_n = luchtwegweerstand bij neusademhaling
3. R_{nd} = luchtwegweerstand bij neusademhaling na decongestie

verschillen

4. $R_n - R_m$ = neusweerstand
5. $R_{nd} - R_m$ = neusweerstand na decongestie
6. $R_n - R_{nd}$ = plexusweerstand

verhoudingen

7. R_n/R_m = neusmondquotiënt
8. R_{nd}/R_m = neusmondquotiënt na decongestie
9. R_n/R_{nd} = plexusquotiënt

De „neusweerstand” is het deel van de luchtwegweerstand dat tot stand komt door de neus, al dan niet na applicatie van een decongestivum. Zoals hiervoor vermeld is de neusweerstand gedefiniëerd als het drukverschil tussen de nasofarynx en de buitenwereld gedeeld door de volumestroom (zie 2.2.). In ons onderzoek vatten wij neusweerstand op als het verschil tussen de luchtwegweerstand bij neus- en bij mondademhaling. Hoewel dit niet volledig juist is (zie ook 2.2.2.) gaan wij uit van 2 veronderstellingen hierbij: ten eerste dat de luchtwegweerstand van de mondholte nihil is en ten tweede dat het gedrag van de luchtwegen niet verandert bij overschakelen van mond- naar neusademhaling en omgekeerd.

De „plexusweerstand” is het deel van de luchtwegweerstand, dat tot stand komt door de vulling van de submuceuze vaatplexus in de neus.

Het „neusmondquotiënt” is de verhouding tussen luchtwegweerstand bij neus- en mondademhaling.

Het „plexusquotiënt” geeft de verhouding weer tussen de luchtwegweerstand bij neusademhaling voor en na decongestie van de submuceuze vaatplexus.

5.3. Achtergronden, globale vraagstelling

Klachten van patiënten werden vergeleken met de waarden van deze parameters. De achtergrond hiervan wordt gevormd door drie verschijnselen, die een ieder uit de dagelijkse praktijk bekend zijn.

In de eerste plaats is het verwonderlijk dat patiënten met neusobstructie klagen over benauwdheid, terwijl immers de vergrote neusweerstand gemakkelijk omzeild kan worden door over te schakelen op mondademhaling. Het is de vraag of het dysfunctioneren van de tractus respiratorius, waarvan deze benauwdheidsklachten een uitvloeisel zijn, tot uitdrukking komt in één of meer van voornoemde parameters. Eveneens doet zich de vraag voor of de verbetering van deze of andere klachten na een operatie aan de neus is te objectiveren aan de hand van deze geregistreerde waarden.

In de tweede plaats doet zich het verschijnsel voor dat een plotselinge of intermitterende neusobstructie vrijwel altijd tot klachten aanleiding geeft, terwijl een constant aanwezige verstopping veel minder of zelfs in het geheel geen klachten geeft. Mogelijk treden bij constante neusobstructie in de lagere luchtwegen adaptatieve mechanismen op, welke de invloed van de vergrote neusweerstand geheel of gedeeltelijk teniet doen. Het is de vraag of een en ander tot uitdrukking komt in één of meer van de parameters van ons onderzoek.

In de derde plaats doet zich het verschijnsel voor dat patiënten, die een neusseptumcorrectie ondergaan, hiertoe vaak zeer verschillende motieven hebben en hun klachtenpatroon vaak sterk uiteenloopt. Anamnestic is het vaak moeilijk er achter te komen wat precies bij de klacht van een „verstopte neus” als hinderlijk wordt ervaren. Hoofdpijn is hierbij een veel gehoorde klacht. Het is mogelijk, dat deze hoofdpijn het gevolg is van onderling contact („impact”) van slijmvliezen. Immers, wanneer slijmvliezen tegen elkaar gedrukt worden ontstaat hetzelfde effect als wanneer een corpus alienum, al dan niet met kracht, in de neus bekneeld raakt. Het ligt voor de hand dat de aanwezigheid van een puntvormig uitsteeksel aan het septum, een spina septi, predisponeert voor het ontstaan van dergelijke gevoelens. Het is de vraag of er een samenhang bestaat tussen de aanwezigheid van een spina septi en klachten van hoofdpijn en impact, zodanig dat bij de indicatiestelling tot septumcorrectie aan de combinatie van beide waarde kan worden toegekend.

De vraagstelling bestaat globaal uit 3 onderdelen:

1. bestaat er een relatie tussen de klachten, en in het bijzonder dyspneuklachten, en de gemeten waarden (hoofdstuk VIII)?
2. bestaat er een relatie tussen enerzijds de anamnestic gegevens met betrekking tot de frequentie van neusobstructie en anderzijds de gemeten waarden (hoofdstuk IX)?

3. bestaat er een relatie tussen de aard van de klachten en de anatomische bevindingen in de neus (hoofdstuk X)?

Voor de exacte formulering der vraagstelling zij verwezen naar de betreffende hoofdstukken.

VI Patiënten en toegepaste methoden

6.1. Patiënten

Alvorens met de patiëntenserie werd gestart, werd eerst ervaring opgedaan met de apparatuur bij proefpersonen uit de kringen van studenten, ziekenhuis-personeel en dergelijke. Het bleek namelijk dat een zekere ervaring vereist was om een bruikbare curve te kunnen registreren.

Op de hierna beschreven wijze werden patiënten onderzocht, die voor het ondergaan van een operatie wegens functionele klachten van de neus waren opgenomen op de afdeling K.N.O. van het Academisch Ziekenhuis der Vrije Universiteit. Dit gold meestal een neusseptumcorrectie, maar ook patiënten, die uitgebreidere neuschirurgie ondergingen, zijn in deze serie opgenomen. De verdeling van de verschillende typen operatie is weergegeven in tabel 3. De indicatie voor de operatie was telkens door anderen dan de onderzoeker gesteld. Bij deze indicatiestelling speelden metingen van de neusdoorgankelijkheid, in welke vorm dan ook, geen rol.

Uitgesloten van de serie waren die patiënten, die andere aandoeningen van tractus respiratorius of circulatorius in de anamnese hadden. Voorts was een absolute voorwaarde, dat het om klachten over de functie van de neus ging en cosmetische aspecten een hooguit zeer ondergeschikte rol speelden.

Gedurende een bepaalde periode werden alle patiënten onderzocht, die aan

Tabel 3. *Typen operaties*

– septumcorrectie	47
– in- en uitwendige neus- correctie (met osteotomieën)	13
– septumcorrectie en aloplastiek	2
– columella- en aloplastiek	1
	—
totaal	63

deze criteria voldeden, een en ander met inachtneming van het in 6.3.1. vermelde. De patiënten uit deze serie waren alle van het Kaukasisch ras. Er werden in totaal 77 patiënten onderzocht. Bij 8 van hen bleek het niet mogelijk minstens 5 bruikbare curves per geregistreerde waarde te verkrijgen. 6 Patiënten verschenen niet voor het postoperatieve onderzoek, ondanks herhaalde oproepen. Aldus resulteerde een serie van 63 patiënten. De verdeling naar leeftijd en geslacht is weergegeven in fig. 4.

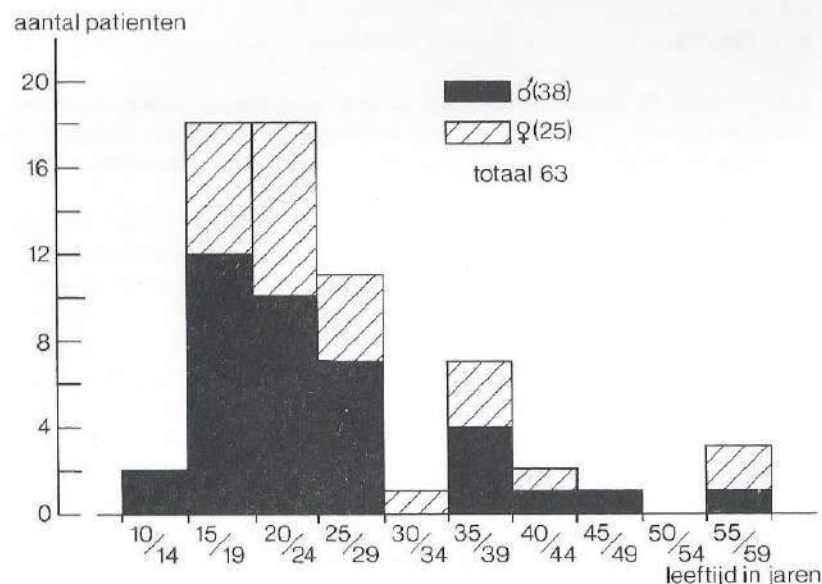


Fig. 4. Verdeling van de patiënten naar leeftijd en geslacht.

6.2. Anamnese

Een nauwkeurige en gerichte anamnese werd mondeling afgenomen op twee tijdstippen, vlak voor – d.w.z. maximaal twee dagen voor de operatie – en ongeveer een half jaar na de operatie (zie ook 6.4.). Deze anamnese werd telkens door dezelfde persoon afgenomen. Hierbij werd niet gebruik gemaakt van een vragenlijst en evenmin werd expliciet naar het voorkomen van bepaalde klachten gevraagd: de patiënten werd verzocht hun klachten zelf zo nauwkeurig mogelijk te formuleren. Bij de bij het preoperatieve onderzoek afgenomen anamnese werd de patiënten niet alleen gevraagd de klachten te

vermelden, welke leidden tot het zoeken naar medische hulp, maar hen werd eveneens verzocht deze klachten te rangschikken in de volgorde van het belang, dat zij eraan hechten.

Telkens werd de patiënten gevraagd hun klachten zo nauwkeurig mogelijk te beschrijven: zo was b.v. „neusverstopping” alleen als klacht niet voldoende. In dat geval werd gevraagd wat hierbij precies als hinderlijk werd ondervonden, b.v. het gevoel niet voldoende lucht te krijgen, hoofdpijn e.d.. In het bijzonder werd gevraagd naar de frequentie, waarmee de obstructie optrad: men werd hierbij verzocht dit te willen aangeven met continu of aanvalsgewijs.

Bij de bij het postoperatieve onderzoek afgenomen anamnese werd de patiënten verzocht hun oorspronkelijke klachten in één van de volgende 5 categorieën te rubriceren:

1. verslechterd of onveranderd,
2. licht verbeterd,
3. redelijk verbeterd,
4. goed verbeterd of
5. genezen.

De anamnese werd telkens afgenomen op hetzelfde tijdstip in de onderzoek-procedure, nl. vlak nadat de neus gesprayed was, dus in de tijd, die het decongestivum nodig had om in te werken. Tevoren waren de metingen bij mond- en neusademhaling reeds verricht.

6.3. Metingen van de luchtwegweerstand

6.3.1. Apparatuur

Voor het bepalen van de luchtwegweerstand bij mond- en neusademhaling werd gebruik gemaakt van de volumeconstante lichaamsplethysmograaf („Bodytest”, Fa. E. Jaeger, Würzburg). Het principe hiervan is weergegeven in hoofdstuk 2. Figuur 5 geeft de opstelling van deze apparatuur schematisch weer.

De druk in de kast en de volumestroom van de ademgassen werden tijdens korte periodes continu geregistreerd, tegelijkertijd met het (rhino-)spirogram. Dit spirogram werd uitsluitend gebruikt om de ademfrequentie te kennen, teneinde een correctiefactor (q), waarvan de grootte afhankelijk is van de ademfrequentie, bij de berekening van de luchtwegweerstand te kunnen invoeren. De kast is door een weerstand met de buitenwereld verbonden. Door de combinatie van deze weerstand en de capaciteit van de kast worden

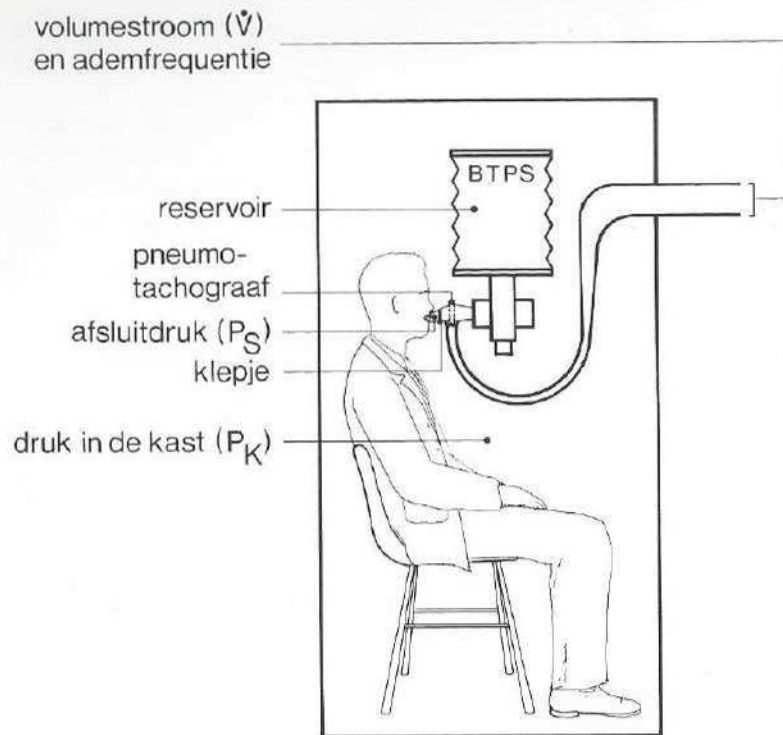


Fig. 5. Schematische voorstelling van de gebruikte volumeconstante lichaamsplethysmograaf.

langzame drukvariaties – zoals bijvoorbeeld door de lichaamstemperatuur – tegengegaan. Dit effect zal zich bij snelle drukvariaties minder doen gelden dan bij langzame. De correctiefactor q is dus bij een hoge ademfrequentie kleiner dan bij een lage.

In figuur 6 is het verband tussen de correctiefactor en de ademfrequentie weergegeven.

De opstelling bevond zich in een aparte kamer en tijdens de metingen werd de deur op slot gehouden en alle ramen gesloten, teneinde storende drukvariaties van buitenaf te vermijden. Eveneens met het oog hierop werden geen metingen gedaan op dagen met harde wind en storm: de door trillingen van het raam veroorzaakte drukvariaties in de kamer zouden storend kunnen werken op het uiteindelijke resultaat.

Aan elk onderzoek ging vooraf een wachtperiode en een ijking. De wachtpe-

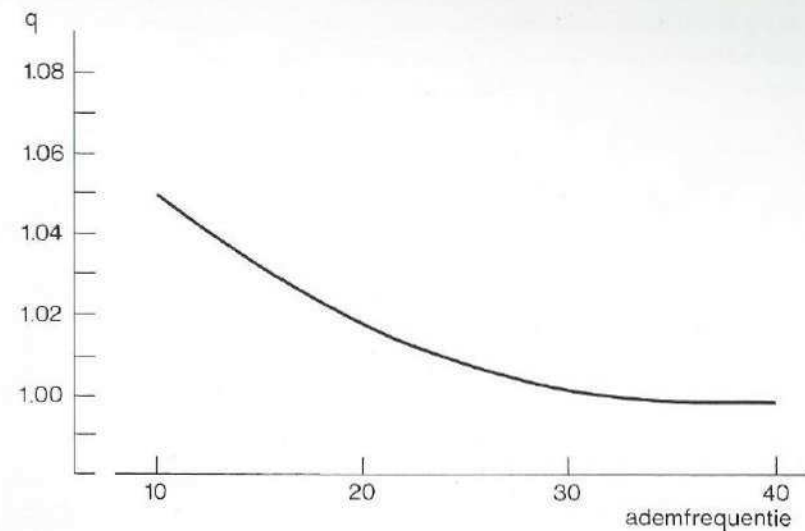


Fig. 6. Verband tussen ademfrequentie en de correctiefactor q (opgave Fa. E. Jaeger).

riode van minstens 20 minuten was nodig om de lucht in het reservoir in de kast op standaard lichaamscondities (BTPS) te brengen: de temperatuur werd constant op 37°C gehouden door ingebouwde thermostatische apparatuur en de vochtigheid kwam tot stand door natte sponsjes, die op de bodem van het reservoir werden gelegd. Tussen de metingen werd de lucht in het reservoir verversd om te voorkomen dat de patiënt dyspnoïsch zou worden door een te lange periode van „rebreathing”.

6.3.2. Ijking

Geijkt werden de pneumotachograaf (1) en de drukapparatuur in de kast (2).
Ad. 1. Druk en stroom werden op een XY-assenstelsel uitgezet. De apparatuur werd zodanig afgesteld dat een volumestroom van 1 l/sec. een uitslag gaf van 4 cm op de Y-as. De druk in de kast (P_K) werd op de X-as uitgeschreven.
Ad. 2. De ijking van de alveolair druk is afhankelijk van onder meer het momentane longvolume van de patiënt en werd dan ook per bepaling verricht. Hierbij werd de relatie alveolair druk-kastdruk vastgelegd. Onmiddellijk na de registratie van elke druk-stroomcurve werd de patiënt verzocht snel en opper-

vlaklig te hijgen (door mond of neus, naar gelang de te registreren waarde). Tijdens deze manoeuvre werd gedurende korte tijd, meestal minder dan één seconde, een klepje vlak voor het mond-(neus-)stuk gesloten. Hierbij werden twee drukvariëaties geregistreerd: die in de kast en de afsluitdruk (P_s). Deze afsluitdruk was de druk, die geregistreerd werd achter het klepje, d.w.z. aan de zijde van de patiënt. Hierbij werd de druk in de kast vastgelegd op de X-as. De afsluitdruk werd op de Y-as uitgeschreven, waarbij 1 cm gelijk was aan een druk van 1 cm H₂O. Aangezien de volumestroom tijdens deze manoeuvre nihil was trad drukequilibratie op in de luchtwegen van de patiënt en kon de afsluitdruk gelijk gesteld worden met de druk in de alveolen. Dan gold dat het quotiënt van de afsluitdruk en de druk in de kast (P_s/P_K of $\tan \beta$ in figuur 7) de verhouding weergaf tussen de druk in de alveolen en die in de kast.

6.3.3. Berekening

In de druk-stroomcurve werd een lijn getrokken door het kruispunt van het XY-assenstelsel en het referentiepunt, wat bij een inspiratoire volumestroom van 0.25 l/sec. lag (zie hoofdstuk III). Uit de cotangens van de hoek die deze lijn met de X-as (α) werd de weerstand berekend (zie figuur 7).

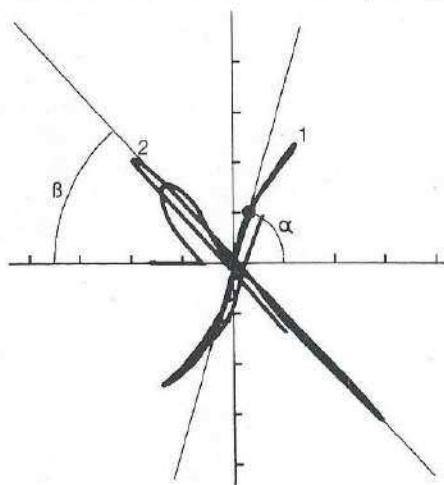


Fig. 7. Voorbeeld van een geregistreeerde curve. Lijn 1 geeft weer het verband tussen de druk in de kast (P_K , uitgezet op de X-as) en de volumestroom van de ademlucht ($\dot{V}$, uitgezet op de Y-as). Lijn 2 geeft weer het verband tussen deze druk in de kast en de afsluitdruk (P_s , uitgezet op de Y-as).

De formule waaruit de luchtwegweerstand (R) werd berekend luidde dus:

$$R = P_s/P_K \times P_A/\dot{V} \times q - 3,6 =$$

$$\tan \beta \times \cotg \alpha \times q - 3,6,$$

waarin 3,6 de weerstand van de pneumatachograaf, in mm H₂O/l. sec.⁻¹, was.

6.4. Onderzoekprocedure

De gang van zaken bij het pre- en postoperatieve onderzoek was volledig identiek. Het tijdstip voor het tweede onderzoek werd met opzet gekozen op ongeveer een half jaar doch minstens vier maanden na de operatie, omdat de genezing dan pas als geëindigd werd beschouwd. Bovendien lag het in de verwachting, dat een aanpassing van de ademhaling aan de gewijzigde anatomische situatie ook geruime tijd zou vergen. Het interval tussen de operatie en het postoperatieve onderzoek is weergegeven in figuur 8.

Het onderzoek vond telkens op de hierna beschreven wijze plaats. Na inschakelen van de apparatuur volgt een „opwarmtijd“ van minstens 20 minuten. Hierna volgt een ijking.

aantal patiënten

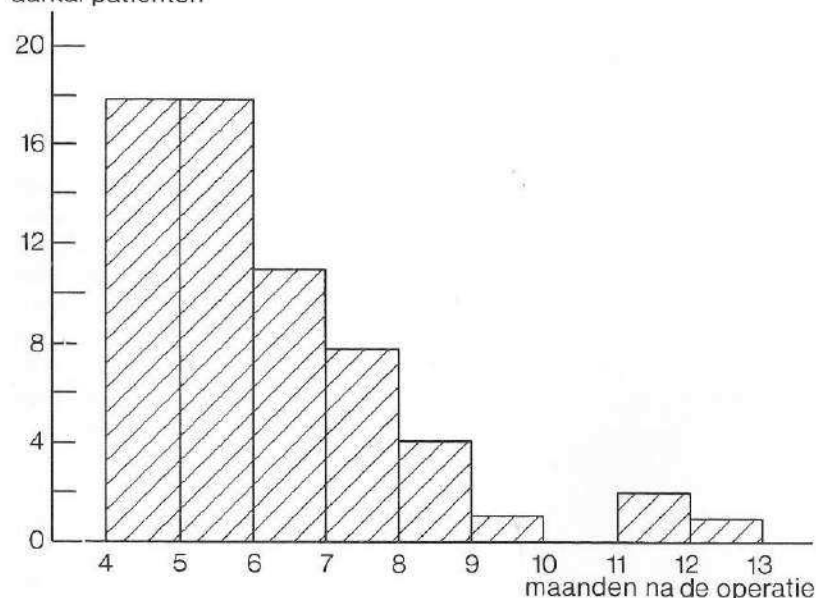


Fig. 8. Tijdstip van het postoperatieve onderzoek.

De patiënt wordt verzocht in de kast plaats te nemen en zorgvuldige instructies en uitleg worden gegeven over de te volgen procedure. Omdat begonnen wordt met metingen via de mond wordt de neus met een uitwendige klem afgesloten en wordt het mondstuk ingebracht en op de apparatuur aangesloten. De patiënt zit en de hoogte van het mondstuk wordt aangepast aan zijn lichaamslengte. De kast wordt gesloten en een wachtperiode van minstens vijf minuten volgt. Deze periode heeft tot doel enerzijds de patiënt op zijn gemak te stellen en hem vertrouwd te doen raken met deze wijze van ademen en anderzijds de lucht in de kast enigszins te verwarmen door de lichaamswarmte en ademhaling van de patiënt, waardoor de storende invloed van de temperatuursstijging tijdens de metingen wordt gereduceerd. Tijdens deze wachtperiode ademt de patiënt in de kast en dus niet in het reservoir.

Wanneer de kast gesloten is kan de patiënt worden toegesproken en geïnstrueerd via een intercom. De kast is voorzien van een glazen deur om van buitenaf te kunnen inspecteren of de apparatuur nog goed opgesteld staat en om de kans op eventuele claustrofobe reacties van de patiënt te verkleinen.

Vlak voor de eigenlijke meting wordt een klepje omgezet, waardoor de patiënt gaat ademen in de op BTPS-condities gebrachte lucht van het reservoir. De patiënt wordt geïnstrueerd om normaal en rustig te blijven ademen. De druk-stroomcurve wordt geregistreerd en onmiddellijk hierna wordt de relatie tussen de afsluitdruk en de druk in de kast geregistreerd op bovenbeschreven wijze. Aldus resulteert een curve als in figuur 7. Na een interval van enkele tientallen seconden, bedoeld om de patiënt weer op adem te laten komen, wordt de meetprocedure herhaald en dit gaat zo door tot er minstens vijf op het oog geschikte curves zijn vastgelegd.

De patiënt kan hierna de kast verlaten en de lucht in het reservoir wordt ververs. Voorzieningen worden getroffen om de luchtwegweerstand bij neusademhaling te meten: hiertoe wordt een masker, wat mond en neus bedekt, op het hoofd van de patiënt bevestigd. Het masker mag niet knellen, moet goed afsluiten en is van een vrij rigide materiaal, een en ander om de storende invloed van de elasticiteit van het masker en het gelaat van de patiënt te reduceren. De patiënt neemt weer plaats in de kast en het masker wordt aan de apparatuur bevestigd. De meting van de luchtwegweerstand via de neus vindt vervolgens op identieke wijze plaats, dus eveneens tot er minstens vijf goede curves geregistreerd zijn.

Patiënt verlaat de kast, het masker wordt verwijderd en de neus wordt beiderzijds gesprayed met het decongestivum (xylometazoline hydrochloride 1% ofwel Otrivin). Hierbij wordt gebruik gemaakt van de zg. Vilbiss vloeistof-verstuiver. Het neusstuk hiervan wordt in een neusgat van de patiënt geplaatst en er wordt enkele malen krachtig op de ballon gedrukt. De patiënt wordt verzocht de neus op te halen en een en ander wordt herhaald aan het andere

neusgat. Minstens 10 minuten werd aangenomen als tijd die dit decongestivum nodig heeft in te werken. Deze tijd wordt benut voor de anamnese. Tijdens deze periode wordt het sprayen nog eenmaal herhaald.

Het masker wordt opnieuw bevestigd, de patiënt wordt in de kast geïnstalleerd en de luchtwegweerstand bij neusademhaling wordt opnieuw op identieke wijze gemeten.

Tot slot wordt de neus uitwendig en middels rhinoscopia anterior en posterior geïnspecteerd en de bevindingen hierbij worden vastgelegd.

Om verschillende voornamelijk praktische redenen kozen wij voor juist deze volgorde bij het onderzoek. Allereerst werd de meting bij mondademhaling verricht. Dit was voor de patiënt eenvoudiger dan het onderzoek bij neusademhaling en hij kon dan vertrouwd raken met de apparatuur en de te volgen procedure. Bovendien raakte hij er enigszins gewend aan om in een afgesloten kast te zitten, waardoor angstreacties bij de hierna te volgen meting bij neusademhaling minder zouden zijn. De invloed hiervan op de mate van congestie van de submucuze vaatplexus in de neus zou dan mogelijk eveneens geringer zijn (zie 4.2.).

Bij de metingen bij neusademhaling moest uiteraard begonnen worden zonder dat het decongestivum was geapliceerd. De tijd, die het decongestivum nodig had om in te werken, kon zodoende worden benut voor het afnemen van de anamnese.

Wij zijn er ons van bewust dat aan een vaste volgorde methodologische bezwaren kleven zoals een ongetwijfeld optredend gewinningseffect. Niettemin leek ons de gevolgde gang van zaken om hiervoor vermelde redenen de beste oplossing.

6.5. Statistische methoden en aard van de conclusies

Als statistische toetsingsmethode is meestal de (twee steekproeven) toets van Wilcoxon toegepast. Hiermee wordt onderzocht of er, gemiddeld gezien, een verschil bestaat tussen twee groepen voor een bepaalde grootheid. Gekozen werd voor deze verdelingsvrije methode, omdat van de verdeling van de betreffende grootheden (de weerstanden en hun verschillen en quotiënten) onvoldoende bekend is. Daarnaast werd ook de toets van Fisher voor een 2×2 tabel toegepast en bovendien de toets van Yates, de toets tegen verloop, de rangtekentoeets en enkele χ^2 toetsen. De genoemde toetsingsmethoden vindt men beschreven in De Jonge (1963, 1964). Als tweezijdige onbetrouwbaarheidsdrempel bij de toetsingen werd 5% gekozen. Bij de beschrijving van de resultaten van het onderzoek is steeds, als deze is toegepast, één van de methoden genoemd.

Het onderzoek is exploratief, oriënterend van aard en het is niet de bedoeling vèrgaande conclusies te trekken. Dit zou ook onmogelijk zijn o.a. gezien de heterogeniteit van de patiënten. In verband met het karakter van het onderzoek zijn diverse onderling samenhangende grootheden afzonderlijk geanalyseerd. Dit alles houdt in dat de toetsingsresultaten als niet meer dan indicaties kunnen worden opgevat. Zij dienen in nader onderzoek te worden geverifiëerd.

VII Meetresultaten

Zoals hiervoor reeds vermeld, werd bij deze 63 patiënten de luchtwegweerstand tenminste vijfmaal bepaald met de volumeconstante lichaamsplethysmograaf zowel bij mondademhaling als bij neusademhaling voor en na decongestie. Van deze waarden werd telkens de mediaan bepaald, daar de berekende waarden een vaak grillig patroon vertoonden. Alle hierna volgende statistische bewerkingen hebben betrekking op deze mediaan.

In tabel 4 zijn de bij deze patiënten aldus gevonden pre- en postoperatieve waarden als volgt weergegeven:

- in kolom 1, 2 en 3 de preoperatieve luchtwegweerstand bij resp. mondademhaling, neusademhaling en neusademhaling na decongestie,
- in kolom 4, 5 en 6 de postoperatieve luchtwegweerstand eveneens bij resp. mondademhaling, neusademhaling en neusademhaling na decongestie.

Eveneens zijn de preoperatieve klachten van deze patiënten hier vermeld (kolom 7), alsmede de verandering hiervan postoperatief (kolom 8). *Alle patiënten uit deze serie vermeldde hinder te ondervinden van „neusverstopping”*. Aangezien neusobstructie per sé geen aanleiding behoeft te geven tot klachten, werd de patiënten verzocht hun klachten nader te precisieren. Het bleek dat de preoperatieve klachten in 9 groepen als volgt konden worden gerangschikt:

- kolom 7a dyspneu, d.w.z. het gevoel niet voldoende lucht te krijgen,
- kolom 7b hoofdpijn,
- kolom 7c impact, d.w.z. onaangenaam of pijnlijk gevoel in de neus,
- kolom 7d recidiverende verkoudheid, eventueel sinusitis,
- kolom 7e „slijm in de keel”,
- kolom 7f storend uiterlijk van de neus,
- kolom 7g hinderlijke droge mond en keel,
- kolom 7h malaise en
- kolom 7i verlies van reuk.

In deze hiervoor bestemde kolommen is de volgorde van het belang, dat patiënten hieraan hechtten, in cijfers weergegeven, zodanig dat 1 weergeeft dat dit de eerste klacht is, 2 de tweede, enz.

Tabel 4. Voor verklaring zie tekst.

nr. pa- tiënten	voor operatie						klachten voor operatie						klachten na operatie						frequentie spina obstructie septi														
	1 Rm	2 Rn	3 Rnd	4 Rm	5 Rn	6 Rnd	a	b	c	d	e	f	g	h	i	a	b	c	d	e	f	g	h	i	9	10							
1	9.6	31.8	24.9	15.7	32.4	27.9																										i	+
2	9.3	88.6	16.9	11.3	39.6	21.8																										c	+
3	18.0	26.1	21.2	14.0	35.8	32.9																										c	
4	20.1	34.0	23.4	20.2	67.3	27.1																										i	—
5	12.7	18.7	14.3	12.7	20.4	15.9																										i	+
6	12.8	25.0	17.6	13.6	25.9	21.0																										c	+
7	22.4	32.4	26.3	17.5	27.2	24.1																										i	—
8	14.9	30.8	18.6	8.8	21.0	18.9																										c	—
9	14.1	56.8	35.2	24.1	106.2	41.6																										c	—
10	14.4	372.4	83.9	19.1	83.8	58.9																										c	+
11	8.2	38.8	27.0	12.4	31.6	19.2																										i	—
12	14.9	26.8	23.7	14.6	59.3	26.3																										i	—
13	14.1	58.1	25.8	12.8	89.3	22.2																										i	—
14	32.9	50.4	36.3	31.6	42.9	28.4																										c	—
15	11.5	73.1	17.3	16.2	33.5	21.8																										i	—
16	11.3	18.4	14.1	20.7	39.2	26.7																										c	+
17	26.4	81.1	36.9	23.6	73.1	41.0																										i	+
18	12.4	217.0	50.9	15.5	44.5	26.9																										c	+
19	10.0	31.4	17.9	12.0	41.8	32.0																										c	—
20	12.0	44.4	32.3	15.8	69.2	33.8																										c	+
21	11.7	42.3	25.2	15.2	108.3	36.2																										i	—
22	21.0	100.2	24.1	18.6	44.7	31.0																										c	+
23	12.1	42.1	17.9	11.6	32.3	19.2																										i	—
24	21.0	163.9	123.6	20.9	39.6	31.9																										c	—
25	18.0	100.9	34.1	12.1	23.3	21.3																										c	—
26	10.2	165.0	146.9	8.1	99.4	35.3																										c	—
27	16.0	41.7	25.7	14.3	69.0	30.9																										i	—

28	16.6	72.6	22.8	13.0	104.9	23.2							2	1																					i	—		
29	14.0	19.5	17.9	13.5	23.9	15.7							1	2																					i	+		
30	10.8	36.7	17.0	12.7	52.8	25.4							2	1	4	3																			c	—		
31	14.3	119.2	53.9	11.9	50.9	28.3							2		3																				i	—		
32	10.1	26.3	23.8	8.5	40.6	28.3							1		2																				i	+		
33	18.7	51.1	31.7	20.3	29.3	25.2							1	2																					c	—		
34	18.3	30.3	24.1	19.0	26.9	20.8							1	2	3																				c	+		
35	14.5	31.6	22.9	12.4	29.0	14.1							1	2																					c	—		
36	14.4	47.7	24.7	19.0	30.5	26.5							2	1																					c	—		
37	14.4	49.8	30.8	10.7	16.1	12.6							1		3	2																			i	—		
38	13.2	21.5	15.8	12.5	22.6	14.7							2	1	4																				i	—		
39	19.0	78.8	24.8	12.5	77.9	28.7							1	3	2	4																			c	—		
40	14.9	28.3	25.1	16.5	19.6	17.7							2		1																				c	+		
41	14.7	133.6	46.1	13.1	34.3	33.0							1			2																			c	—		
42	12.5	38.4	28.8	10.1	28.6	21.9							1		2																				i	—		
43	17.6	298.3	26.8	11.9	44.6	32.1							2	3		1																			c	—		
44	16.5	38.2	25.7	26.3	52.4	38.9							2	1																					c	—		
45	17.9	140.8	51.3	27.8	69.2	48.9							1	3	2	4																			c	+		
46	19.2	113.6	36.7	30.2	35.9	33.5							1																							c	+	
47	21.5	63.5	47.2	10.7	45.4	24.1							3		1	2																				c	+	
48	19.1	51.1	42.8	11.4	52.8	41.9							1		2																					i	—	
49	11.0	24.9	15.8	7.2	46.1	32.6							1	3	2																				i	—		
50	16.0	54.7	28.0	10.1	27.6	15.4							2	1																						i	+	
51	12.0	38.9	18.8	14.9	33.5	23.1							2																							i	—	
52	20.9	191.8	49.0	16.0	518.7	112.6							1		3	2																				c	—	
53	14.1	77.9	52.4	16.0	71.3	69.7							1																							c	—	
54	19.9	35.1	34.2	15.2	57.9	51.8							2	1																						c	—	
55	12.0	24.7	15.2	28.9	92.8	37.1							3	1		2																				i	+	
56	15.7	45.3	25.0	27.6	65.3	41.7							1	2																						i	—	
57	28.8	67.9	62.1	41.6	119.2	100.2							2		1																					c	—	
58	12.2	32.9	17.1	13.9	29.0	20.2							1																							i	—	
59	9.4	221.8	166.7	7.7	469.3	232.2							2	1																						i	—	
60	6.9	75.2	14.6	4.9	66.8	51.1							1																							i	—	
61	17.7	71.4	57.0	14.7	174.7	29.5							1	2	3																					c	—	
62	16.8	93.3	42.3	13.0	44.2	31.2							1	2																						c	—	
63	16.2	98.9	76.3	16.6	91.2	68.5							1		3																					i	+	
																																					c	—

Kolom 8 is eveneens in a, b, c, enz. onderverdeeld, waarbij deze letters voor de oorspronkelijke klachten staan. De cijfers hier geven de postoperatieve, subjectieve verandering van deze klachten zodanig weer dat:

1 = onveranderd of verslechterd,

2 = licht verbeterd,

3 = redelijk verbeterd,

4 = goed verbeterd en

5 = de betreffende klacht is verdwenen.

In kolom 9 is weergegeven of de obstructie werd ervaren als intermitterend (i), of constant (c).

Wanneer preoperatief een uitgesproken spina septi in de neus werd geconstateerd staat dit in kolom 10 met een + weergegeven; wanneer een dergelijk uitsteeksel van het neustussenschot niet aanwezig was voor de operatie staat in deze kolom een —.

VIII Klachten en luchtwegweerstand

8.1. Dyspneu en luchtwegweerstand

8.1.1. *Vraagstelling*

Zoals hiervoor reeds vermeld, zijn de motieven, waarom patiënten zich aan de neus laten opereren, vaak zeer verschillend. Benauwdheid, als teken van dysfunctioneren van de tractus respiratorius, is, zoals ook hier blijkt, een veel gehoorde klacht. Het is de vraag of het anamnestic gegeven dyspneu tot uitdrukking komt in de doorgankelijkheid van de neus en de overige luchtwegen, zoals hier uitgedrukt in de luchtwegweerstand bij neus- en mondademhaling, gemeten met de volumeconstante lichaamsplethysmograaf. Eveneens doet zich de vraag voor of dit tot uitdrukking komt in de verhoudingen tussen en de verschillen van de luchtwegweerstand bij neus- en mondademhaling.

8.1.2. *Toetsing*

Binnen ons patiëntenmateriaal werden de volgende 2 groepen onderscheiden:

1. 26 patiënten, bij wie de dyspneu de belangrijkste klacht was,
2. 22 patiënten, die geen dyspneuklachten vermeldde.

De overige 15 patiënten werden voor deze vraagstelling niet in de beschouwing betrokken.

Met de toets van Wilcoxon werd nagegaan of er, gemiddeld gezien, verschillen bestaan tussen groep 1 en groep 2 voor wat betreft de preoperatieve grootheden, zoals vermeld in hoofdstuk V. Een dergelijk verschil bleek te bestaan voor wat betreft de luchtwegweerstand bij neusademhaling – zowel voor als na de decongestie – en de neusweerstand, dus R_n , R_{nd} en $R_n - R_m$. Deze waarden lagen bij de patiënten uit groep 1, dus waar dyspneu de belangrijkste klacht was, in het algemeen hoger (zie tabel 5).

Tabel 5.

	mediaan groep 1	mediaan groep 2	toetsings- resultaat	spreiding groep 1	spreiding groep 2
Rm	15.8	14.4		8.2 – 32.9	6.9 – 21.5
Rn	72.2	38.6	*	18.7 – 372.4	18.4 – 191.8
Rnd	35.8	23.3	*	14.3 – 146.9	14.1 – 123.6
Rn-Rm	54.2	23.6	*	-6.0 – 358.0	5.5 – 170.9
Rnd-Rm	16.9	8.6		1.6 – 136.7	2.8 – 102.6
Rn-Rnd	22.1	16.0		4.4 – 288.5	1.6 – 142.8
Rn/Rm	4.13	3.05		1.47 – 25.86	1.39 – 10.90
Rnd/Rm	2.08	1.71		1.10 – 14.40	1.18 – 5.89
Rn/Rnd	1.62	1.61		1.12 – 4.44	1.09 – 5.24

Preoperatieve luchtwegweerstand, alsmede hun verschillen en verhoudingen bij in totaal 48 patiënten, verdeeld in:

- groep 1 (26 patiënten), bij wie benauwdheid de belangrijkste klacht was en
- groep 2 (22 patiënten), waarbij in het geheel geen benauwdheidsklachten aanwezig waren.

De weerstandswaarden en de verschillen daartussen zijn weergegeven in mm H₂O/l. sec.⁻¹; de quotiënten zijn dimensieloos.

Een * in de kolom „toetsingsresultaat” geeft aan dat het verschil tussen groep 1 en groep 2 significant is bij een onbetrouwbaarheidsdrempel van 5%. In de kolom „spreiding” is de laagste en hoogste waarde in de betreffende groep weergegeven. De weerstandswaarden zijn tot 1 decimaal nauwkeurig vermeld. Soms moest voor het vinden van de mediaan het gemiddelde worden genomen van 2 getallen en zonodig werd het alsdan gevonden getal afgerond tot op 1 decimaal nauwkeurig op de gebruikelijke wijze, d.w.z. wanneer de 2e decimaal een 5 was werd afgerond naar de even zijde. De aangegeven verschillen tussen de weerstandswaarden (Rn-Rm, Rnd-Rm en Rn-Rnd) geven de medianen van de verschillen weer, dus niet de verschillen van de medianen van de diverse weerstandswaarden.

8.1.3. Bespreking

Uit dit onderzoek is dus naar voren gekomen dat meer dyspneuklachten voorkomen bij patiënten, bij wie de luchtwegweerstand bij neusademhaling, zowel voor als na applicatie van een decongestivum, groter is en bij wie de neusweerstand groter is. Het ligt voor de hand dat een verhoogde luchtweg-

weerstand – zoals binnen dit patiëntenmateriaal bij neusademhaling – meer aanleiding geeft tot dyspneuklachten, omdat hiermee eveneens de ademarheid is vergroot. Bij die anatomische verhoudingen, waarbij de doorgankelijkheid in slechts geringe mate is gestoord, zoals b.v. een matige septumdeviatie, zullen dus andere klachten meer op de voorgrond staan.

Uit dit onderzoek zijn geen aanwijzingen naar voren gekomen, dat er een relatie bestaat tussen het voorkomen van enerzijds dyspneuklachten en anderzijds een afwijkende luchtwegweerstand bij mondademhaling, zoals gesuggereerd door De Wit (1973).

Eveneens bleek bij de eerste groep patiënten de verhouding tussen de luchtwegweerstand bij neus- en mondademhaling niet te verschillen van die van de tweede groep. Wij hebben dus geen aanwijzingen kunnen vinden, dat er een relatie bestaat tussen dyspneu als teken van een dysfunctioneren van de tractus respiratorius, en de verhouding tussen de weerstand in de neus en de luchtwegen daar beneden, zoals hier uitgedrukt in de luchtwegweerstand. Een en ander is in tegenspraak met wat in de literatuur wordt vermeld (Rattenborg 1961, Ogura e.a. 1964, 1970, 1973, Unno e.a. 1968, Ohnishi e.a. 1969, 1971, 1972 en Cassisi e.a. 1971).

8.2. Dyspneu en operatie

8.2.1. Vraagstelling

Van oudsher is het doel geweest van het bepalen van de doorgankelijkheid van de luchtwegen, en vooral die van de neus, niet alleen het nauwkeurig registreren en kwantificeren van functionele afwijkingen. Vooral ook werd veelal het voorspellen van het te verwachten resultaat van een operatie beoogd. Ook hier is het de vraag of aan de hand van een of meer preoperatieve parameters van ons onderzoek te voorspellen valt of, en zo ja in welke mate, verbetering van dyspneuklachten te verwachten is na functionele neuschirurgie.

8.2.2. Toetsing

De 26 patiënten, die dyspneu als belangrijkste klacht preoperatief aangaven, werden onderverdeeld in de volgende 2 groepen:

1. 9 patiënten, die bij het postoperatieve onderzoek vermeldten, dat deze dyspneu was verslechterd, gelijk gebleven of slechts licht verbeterd, en
2. 17 patiënten, waarbij na operatie werd aangegeven, dat de dyspneu redelijk of goed was verbeterd of was verdwenen.

De toets van Wilcoxon werd toegepast op de preoperatieve meetgegevens van beide groepen en hiermee bleken geen verschillen aantoonbaar te zijn (tabel 6).

Tabel 6.

	mediaan groep 1	mediaan groep 2	toetsings- resultaat	spreiding groep 1	spreiding groep 2
Rm	15.7	16.0		10.2 – 18.3	8.2 – 32.9
Rn	71.4	73.1		24.9 – 165.0	18.7 – 372.4
Rnd	42.3	35.2		15.8 – 146.9	14.3 – 83.9
Rn-Rm	53.7	54.7		12.0 – 154.8	6.0 – 358.0
Rnd-Rm	25.5	11.7		4.8 – 136.7	1.6 – 69.5
Rn-Rnd	18.1	44.2		6.2 – 51.0	4.4 – 288.5
Rn/Rm	4.03	4.15		1.66 – 16.18	1.47 – 25.86
Rnd/Rm	2.52	1.83		1.32 – 14.40	1.10 – 5.83
Rn/Rnd	1.33	2.25	*	1.12 – 2.20	1.19 – 4.44

Preoperatieve luchtwegweerstand, alsmede hun verschillen en verhoudingen bij in totaal 26 patiënten, bij wie preoperatief dyspneu de belangrijkste klacht was, verdeeld in:

- groep 1 (9 patiënten), die na operatie aangaf, dat deze klacht was verslechterd, gelijk gebleven of licht verbeterd en
- groep 2 (17 patiënten), die na de operatie aangaf, dat deze klacht redelijk of goed was verbeterd of was verdwenen.

De opzet van deze tabel is dezelfde als die van tabel 5.

Bij deze patiënten omvatte de groep, waarbij dyspneuklachten in meer of minder belangrijke mate preoperatief aanwezig waren, in totaal 41 patiënten. Deze 41 patiënten werden onderverdeeld in de volgende 5 groepen, naar gelang de verandering van deze klacht postoperatief:

1. verslechtering of geen verbetering,
2. lichte verbetering,
3. redelijke verbetering,
4. goede verbetering en
5. geen dyspneuklachten meer.

De toets tegen verloop werd toegepast op bovenstaande verdeling van deze 41 patiënten. Hierbij bleek dat er een verschil bestaat tussen deze 5 groepen voor

wat betreft het plexusquotiënt (Rn/Rnd): de kans op verbetering van dyspneuklachten is groter naarmate dit preoperatieve quotiënt groter is (zie fig. 9).

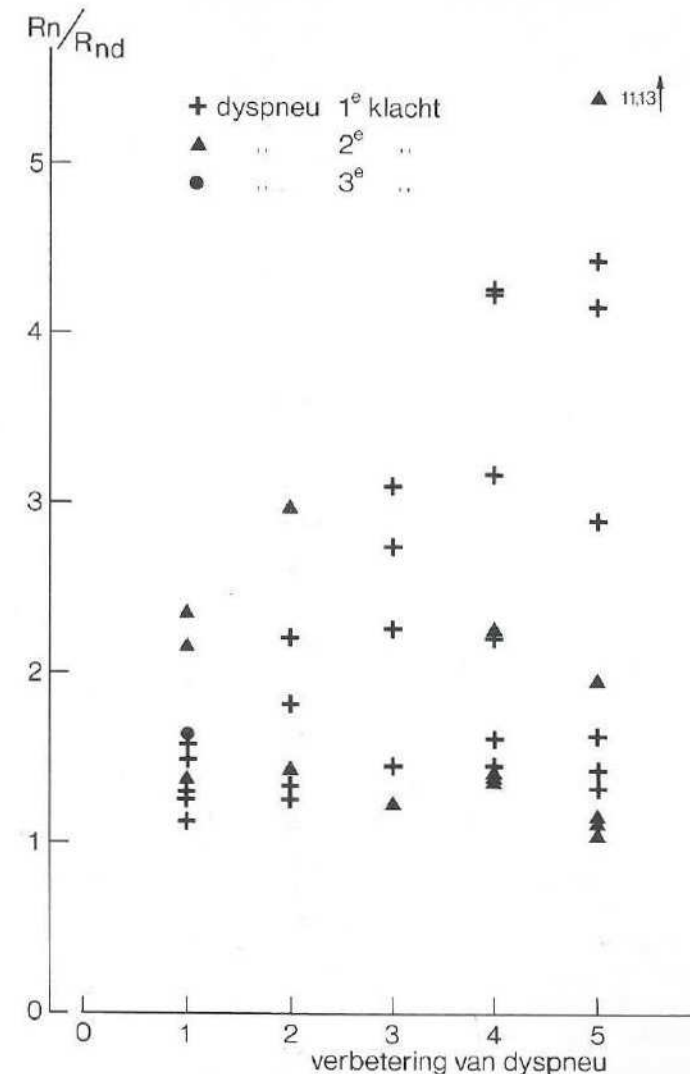


Fig. 9. Samenhang tussen de verbetering van dyspneuklachten (uitgezet op de X-as) en het plexusquotiënt (Rn/Rnd , uitgezet op de Y-as).

8.2.3. Bespreking

Het is hier gebleken dat de grootte van de luchtwegweerstand, alsmede de verhoudingen tussen en de verschillen van de luchtwegweerstand bij neus- en mondademhaling onvoldoende houvast geven bij de voorspelling over het te verwachten operatieresultaat bij klachten van dyspneu. Het is dus niet gebleken, dat deze klachten b.v. meer verbeterden, naarmate de luchtwegweerstand bij neusademhaling groter was. Wel waren er aanwijzingen, dat de kans op verbetering van deze klachten door functionele neuschirurgie groter was, naarmate het plexusquotiënt groter was, d.w.z. naarmate de congestie van de submuceuze vaatplexus in de neus een groter aandeel had in de totstandkoming van de luchtwegweerstand bij neusademhaling.

Bij functionele neuschirurgie worden vooral de constante determinanten van de neusweerstand beïnvloed. Toch bleek hier, dat de subjectieve verbetering van dyspneu groter was, naarmate een van de belangrijkste variabele determinanten van de neusweerstand – de vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus – verhoudingsgewijs groter was. Bij vasomotore en atopische rhinitiden komen dyspneuklachten voornamelijk tot stand onder invloed van congestie van de submuceuze vaatplexus, daar immers applicatie van een lokaal decongestivum deze klachten in de regel doet verdwijnen. Uit ons onderzoek zijn er dus aanwijzingen naar voren gekomen, dat functionele chirurgie zinvol kan zijn bij dergelijke patiënten. Een goede verklaring voor dit verschijnsel ontbreekt; wellicht kan een septumdeviatie b.v. (als constante determinant van de neusweerstand) de „trigger” vormen voor het ontstaan van congestie van de submuceuze vaatplexus (variabele determinant van de neusweerstand). Het wegnemen van deze trigger in de vorm van een neusseptumcorrectie zou dan via deze weg de dyspneuklachten kunnen doen verminderen.

8.3. Verandering van klachten na operatie

8.3.1. Vraagstelling

Rhinometrie heeft in de algemene keel-, neus- en oorheelkundige praktijk nog slechts zeer weinig toepassing gevonden en een van de belangrijkste oorzaken hiervoor wordt gevormd door het verschijnsel, dat de hiermee vastgestelde waarden onvoldoende overeenkomsten vertonen met de klachten van patiënten. Ons onderzoek onderscheidt zich van de gebruikelijke rhinometrische methoden, doordat ook de weerstand in de lagere luchtwegen wordt bepaald. Ook hier doet de vraag zich voor of het mogelijk is, aan de hand van de preoperatief vastgestelde waarden een voorspelling te doen over de na de

operatie te verwachten verbetering van klachten. Eveneens dienen wij ons hier af te vragen of de verschillen tussen de pre- en postoperatief gemeten waarden een samenhang vertonen met de verandering van klachten na operatie.

8.3.2. Toetsing

De patiënten werden onderverdeeld in de volgende twee groepen:

1. 24 patiënten, bij wie alle klachten minstens redelijk verbeterden en
2. 39 patiënten, bij wie er klachten waren die verslechterden, onveranderd waren of slechts licht verbeterden na operatie.

Aan de hand van de parameters van ons onderzoek werd onderzocht of er verschillen zijn tussen bovenstaande twee groepen. Niet alleen de pre- en postoperatieve meetgegevens werden onderling vergeleken, maar ook verschillen tussen de pre- en postoperatief gemeten waarden. De toets van Wilcoxon werd toegepast in al deze gevallen. Hierbij bleek geen verschil aantoonbaar tussen groep 1 en groep 2 (zie tabel 7).

Tabel 7.

7a Preoperatief

	mediaan groep 1	mediaan groep 2	toetsings- resultaat	spreiding groep 1	spreiding groep 2
Rm	14.2	14.6		10.1 – 21.0	8.2 – 28.8
Rn	43.7	42.0		19.5 – 191.8	18.4 – 217.0
Rnd	24.8	25.4		17.1 – 146.9	14.1 – 62.1
Rn-Rm	29.8	30.6		5.5 – 170.9	6.0 – 204.6
Rnd-Rm	12.0	10.0		3.9 – 136.7	1.6 – 38.5
Rn-Rnd	19.2	14.8		1.6 – 142.8	0.9 – 166.1
Rn/Rm	3.19	3.11		1.39 – 16.18	1.45 – 17.50
Rnd/Rm	1.80	1.65		1.28 – 14.40	1.13 – 4.10
Rn/Rnd	1.45	1.62		1.09 – 3.91	1.03 – 4.26

7b Postoperatief

	mediaan groep 1	mediaan groep 2	toetsings- resultaat	spreiding groep 1	spreiding groep 2
Rm	13.8	14.6		8.1 – 27.6	8.8 – 41.6
Rn	36.0	40.5		23.3 – 518.7	16.1 – 119.2
Rnd	26.4	29.8		15.7 – 112.6	12.6 – 100.2
Rn-Rm	19.2	24.0		7.9 – 502.6	3.1 – 93.1
Rnd-Rm	11.4	12.5		1.8 – 96.6	1.2 – 58.6
Rn-Rnd	8.5	12.3		1.6 – 406.1	1.3 – 72.1
Rn/Rm	2.58	2.59		1.42 – 32.42	1.19 – 7.13
Rnd/Rm	1.71	1.73		1.10 – 7.04	1.07 – 3.68
Rn/Rnd	1.43	1.45		1.02 – 4.61	1.04 – 2.99

7c Verschil tussen pre- en postoperatief

	mediaan groep 1	mediaan groep 2	toetsings- resultaat	spreiding groep 1	spreiding groep 2
Rm	0.2	0.8		-11.9 – 5.9	-12.8 – 7.7
Rn	5.2	1.8		-326.9 – 124.3	-66.0 – 172.5
Rnd	-1.6	-4.2		-63.6 – 111.6	-38.1 – 24.0
Rn-Rm	6.5	-0.6		-331.8 – 124.2	-62.5 – 175.6
Rnd-Rm	0.2	-3.3		-68.5 – 109.5	-25.3 – 27.1
Rnd-Rnd	2.7	1.6		-263.3 – 64.8	-55.0 – 148.5
Rn/Rm	0.56	-0.15		-23.24 – 5.91	-2.20 – 14.63
Rnd/Rm	0.10	-0.08		-4.69 – 10.04	-1.69 – 2.37
Rn/Rnd	0.14	0.14		-1.69 – 1.87	-1.31 – 2.72

Luchtwegweerstand, hun verschillen en verhoudingen pre- en postoperatief, alsmede de verschillen tussen de pre- en postoperatieve waarden hiervan, bij in totaal 63 patiënten, verdeeld in:

- groep 1 (39 patiënten), waarbij er klachten waren die na de operatie waren verslechterd, gelijk gebleven of slechts licht verbeterd en
- groep 2 (24 patiënten), waarbij alle klachten postoperatief minstens redelijk waren verbeterd.

De opzet van deze tabel is dezelfde als die van tabel 5.

8.3.3. Bespreking

Hier werd dus getracht een verschil aan te tonen tussen enerzijds de groep patiënten, waarbij de operatie wel tot een minstens redelijke verbetering van alle klachten leidde, en anderzijds de groep, waarbij dit niet het geval was, dit om een voorspelling te kunnen doen over het te verwachten operatieresultaat. Eveneens werd getracht een onderscheid vast te stellen tussen deze twee groepen op grond van de verschillen tussen de pre- en postoperatief gemeten waarden. Uit dit onderzoek zijn geen zaken naar voren gekomen, waaruit bleek, dat objectieve evaluatie mogelijk was van alle klachten, noch preoperatief noch postoperatief. Evenmin waren er aanwijzingen, dat de verschillen tussen de pre- en postoperatieve weerstandswaarden uit ons onderzoek samenhangen met alle klachten van de patiënten. Evenals bij de rhinometrie is het met de door ons gebruikte methode dus niet gelukt een samenhang vast te stellen tussen enerzijds de geregistreerde weerstandswaarden en anderzijds de verandering van klachten na operatie. Op grond van literatuurgegevens en theoretische overwegingen (zie hoofdstuk IV) zijn er aanwijzingen dat ook de weerstand in de overige luchtwegen een rol speelt bij de totstandkoming van klachten betreffende de neus. Tot op heden is sporadisch getracht de neusweerstand tegelijk met de weerstand in de rest van de luchtwegen te bepalen (zie 2.2.2.). In dit onderzoek is dit met de lichaamsplethysmografie wel geschied. Evenwel ook met deze methode bleek het niet mogelijk een samenhang vast te stellen tussen de klachten van patiënten en de gemeten waarden. Hiervoor zijn onzes inziens niet alleen methodologische factoren verantwoordelijk, maar vooral ook het verschijnsel, dat de doorgankelijkheid van de neus niet steeds van belang is bij het ontstaan van allerlei klachten. Aannemelijk is b.v. dat een geringe septumdeviatie de doorgankelijkheid nauwelijks stoort, maar toch verantwoordelijk is voor het ontstaan van klachten. De weerstand, die de passerende ademlucht in de neus ondervindt, is slechts een deelaspect bij het (dys-)functioneren van de neus. Een ander belangrijk aspect hierbij is, dat de klachten van patiënten, die zich aan de neus laten opereren, vaak sterk uiteenlopen: zo is het b.v. voorstelbaar, dat klachten als hoofdpijn of recidiverende rhinitis niet tot uitdrukking komen in een gestoorde doorgankelijkheid van de neus.

Zoals hiervoor vermeld, bleek dat alleen wanneer wij de klachten differentiëren de luchtwegweerstand bij neusademhaling enige samenhang vertoonde met dyspneuklachten. Echter ook dan gaven de preoperatief gemeten waarden meestal weinig houvast om in het individuele geval een voorspelling te kunnen doen over te verwachten operatieresultaat.

8.4. Conclusie

Het klachtenpatroon van patiënten, die functionele neuschirurgie ondergaan, loopt vaak sterk uiteen. Een veel gehoorde klacht is hierbij dyspneu in de zin van „het gevoel niet voldoende lucht te krijgen”. De groep patiënten, die deze klacht naar voren brengt, onderscheidt zich van de overige patiënten voor wat betreft enkele weerstandswaarden. Hier liggen de luchtwegweerstand bij neusademhaling, zowel voor als na decongestie, alsmede de neusweerstand hoger.

Wanneer wij alle klachten beschouwen, waarmee de patiënten ter behandeling komen, blijkt dat de mate van verbetering hiervan geen aantoonbare samenhang vertoont met de vastgestelde weerstandswaarden. Dit geldt zowel voor de pre- en postoperatieve waarden afzonderlijk als voor de verschillen tussen de pre- en postoperatieve waarden. Deze vertonen geen samenhang met de mate van verbetering van alle klachten na operatie. Alleen de kans op verbetering van dyspneuklachten na operatie is groter naarmate het aandeel van de vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus in de neus bij de totstandkoming van de luchtwegweerstand groter is.

IX Frequentie van neusobstructie, dyspneu en luchtwegweerstand

9.1. Frequentie van neusobstructie en dyspneu

9.1.1. Vraagstelling

Wanneer een neus constant geobstrueerd is door b.v. grote poliepen of een ernstige septumdeviatie is het verwonderlijk dat soms weinig of geen klachten bestaan van een gestoorde ademhaling in de zin van dyspneu, dit in tegenstelling tot de situatie, waarbij de neus slechts af en toe verstopt is. De vraag doet zich voor of er voor wat betreft het voorkomen van dyspneuklachten een onderscheid aanwezig is tussen enerzijds de groep patiënten bij wie de obstructie constant aanwezig is en anderzijds de groep, bij wie de verstopping slechts zo nu en dan optreedt.

Intermitterende obstructie komt voornamelijk tot stand onder invloed van variabele determinanten van de neusweerstand, welke door operatie niet direct worden beïnvloed. Te verwachten is dat de operatie bij deze groep patiënten minder of geen resultaat heeft voor wat betreft de dyspneu. Het is de vraag of dit verschijnsel zich binnen onze groep patiënten voordoet.

9.1.2. Toetsing

Bij de preoperatieve anamnese bleek, dat van de 63 patiënten er 26 waren, die dyspneu als belangrijkste klacht hadden en 22 die in het geheel geen dyspneuklachten hadden, tezamen dus 48 patiënten. De 15 resterende patiënten hadden weliswaar dyspneuklachten, doch deze waren minder belangrijk en andere klachten stonden op de voorgrond.

Voornoemde 48 patiënten werden onderverdeeld in 2 groepen:

1. 23 patiënten, die de obstructie als intermitterend aangaven, en
2. 25 patiënten, die vermeldten constant neusobstructie te ondervinden.

De toets van Fisher werd toegepast op de 2×2 tabel (tabel 8). Hierbij werd geen verschil aangetoond tussen groep 1 en groep 2 voor wat betreft het voorkomen van dyspneuklachten.

Tabel 8. Voorkomen van dyspneu bij patiënten met intermitterende en constante obstructie

	intermitterende neusobstructie	constante neusobstructie
dyspneu is de belangrijkste klacht	12	14
dyspneuklachten niet aanwezig	11	11

De 26 patiënten, waarbij dyspneu de belangrijkste klacht was, werden onderverdeeld in 5 groepen, naar gelang de mate van verandering van deze klacht postoperatief:

1. verslechtering of geen verbetering,
2. lichte verbetering,
3. redelijke verbetering,
4. goede verbetering en
5. geen dyspneuklachten meer.

Bij elk van deze 5 groepen werd nagegaan of de obstructie preoperatief als intermitterend of constant werd aangegeven. Vervolgens werd de toets van Yates toegepast (zie tabel 9). Er bleek geen samenhang aangetoond te kunnen worden tussen enerzijds de mate van verbetering van dyspneuklachten na operatie en anderzijds de preoperatieve frequentie van obstructie.

Tabel 9. Verandering van dyspneuklachten bij patiënten met intermitterende en constante obstructie

		intermitterende neusobstructie	constante neusobstructie
dyspneu- klachten postoperatief:	verslechterd of onveranderd	1	4
	licht verbeterd	3	1
	redelijk verbeterd	1	3
	goed verbeterd	4	3
	verdwenen	3	3

9.1.3. Bespreking

Er zijn geen aanwijzingen naar voren gekomen, dat het anamnestic al dan niet intermitterend karakter van de obstructie enige samenhang vertoont met het optreden van klachten van dyspneu. Eveneens is dus gebleken, dat deze klachten niet minder verbeteren door een operatie, wanneer de neusobstructie preoperatief intermitterend was. Het anamnestic gegeven van de frequentie van obstructie blijkt hier dus van weinig waarde voor deze indicatiestelling tot operatie. Dyspneuklachten blijken te kunnen verbeteren of verslechteren na een operatie, onafhankelijk van de aanvankelijke frequentie van neusobstructie.

9.2. Frequentie van neusobstructie en luchtwegweerstand

9.2.1. Vraagstelling

Zoals hiervoor reeds vermeld is het aannemelijk, dat intermitterende neusobstructie vooral tot stand komt door variabele determinanten van de neusweerstand, met name slijmvliescongestie. Het is de vraag of dit tot uitdrukking komt in de gemeten waarden, of bij intermitterende obstructie de invloed van de vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus op de luchtwegweerstand ook inderdaad groter is dan bij constante obstructie.

De mate van congestie van het neusslijmvlies wordt door chirurgie niet direct beïnvloed. Te verwachten is, dat bij constante obstructie de luchtwegweerstand bij neusademhaling sterker daalt onder invloed van operatie en het is de vraag of dit inderdaad kan worden vastgesteld. Voorts doet zich de vraag voor of de weerstand in de overige luchtwegen verschillend is bij constante obstructie, omdat zoals hiervoor uiteengezet (zie 4.3. en 5.3.) hierbij mogelijk veranderingen in de rest van de luchtwegen kunnen optreden, waardoor het verlies aan neusfunctie zou kunnen worden gecompenseerd.

9.2.2. Toetsing

De patiënten werden onderverdeeld in de volgende 2 groepen:

1. 30 patiënten, die aangaven dat de neusobstructie intermitterend was en
2. 33 patiënten, die aangaven dat de neusobstructie constant was.

Zowel voor groep 1 als voor groep 2 afzonderlijk werd eerst nagegaan of de 9 parameters van ons onderzoek na operatie verschillen van die voor operatie. Hiertoe werd de rangtekentoeets toegepast. Vervolgens werd onderzocht of

beide groepen zich onderscheiden voor wat betreft de 9 parameters zowel voor als na operatie en eveneens of beide groepen zich onderscheiden voor wat betreft de verschillen tussen de pre- en postoperatieve waarden. In deze 27 gevallen werd de toets van Wilcoxon toegepast. Uit deze toetsingen kan het volgende worden geconcludeerd (zie tabel 10). Bij patiënten met anamnestisch constant geobstrueerde neuzen:

1. is de neusweerstand hoger preoperatief
2. is het neusmondquotiënt hoger preoperatief
3. is het plexusquotiënt lager postoperatief
4. is na operatie voor de luchtwegweerstand bij neusademhaling een grotere daling (c.q. kleinere stijging) gevonden
5. is na operatie voor de neusweerstand een grotere daling (c.q. kleinere stijging) gevonden
6. is na operatie voor de plexusweerstand een daling gevonden, die tevens groter is dan de eventuele daling bij patiënten met intermitterend geobstrueerde neuzen
7. is na operatie voor het neusmondquotiënt een grotere daling (c.q. kleinere stijging) gevonden en
8. is na operatie voor het plexusquotiënt een daling gevonden, die tevens groter is dan de eventuele daling bij patiënten met intermitterend geobstrueerde neuzen.

Tabel 10.

10a Preoperatief

	mediaan groep 1	mediaan groep 2	toetsings- resultaat	spreiding groep 1	spreiding groep 2
Rm	14.4	14.7		8.2 – 32.9	6.9 – 28.8
Rn	41.9	67.9		19.5 – 221.8	18.4 – 372.4
Rnd	25.4	26.8		14.3 – 166.7	14.1 – 146.9
Rn-Rm	27.8	44.0	*	5.5 – 212.4	7.1 – 358.0
Rnd-Rm	9.5	11.7		1.6 – 157.3	2.8 – 136.7
Rn-Rnd	15.0	21.6		1.6 – 142.0	0.9 – 288.5
Rn/Rm	2.92	4.03	*	1.39 – 23.60	1.45 – 25.86
Rnd/Rm	1.59	1.82		1.10 – 17.73	1.15 – 14.40
Rn/Rnd	1.53	1.66		1.09 – 4.23	1.03 – 11.13

10b Postoperatief

	mediaan groep 1	mediaan groep 2	toetsings- resultaat	spreiding groep 1	spreiding groep 2
Rm	13.2	14.9		7.2 – 31.6	4.9 – 41.6
Rn	44.8	44.5		16.1 – 518.7	19.6 – 174.7
Rnd	27.5	31.0		12.6 – 232.2	14.1 – 100.2
Rn-Rm	31.6	29.0		5.4 – 461.6	3.1 – 160.0
Rnd-Rm	11.8	12.7		-3.2 – 224.5	1.2 – 58.6
Rn-Rnd	13.3	12.5		3.1 – 406.1	1.3 – 145.2
Rn/Rm	2.96	2.87		1.36 – 60.95	1.19 – 13.63
Rnd/Rm	1.70	1.93		0.90 – 30.16	1.07 – 10.43
Rn/Rnd	1.55	1.42	*	1.13 – 4.52	1.02 – 5.92

10c Verschil tussen pre- en postoperatief

	mediaan groep 1	mediaan groep 2	toetsings- resultaat	spreiding groep 1	spreiding groep 2
Rm	1.4	-0.8		-16.9 – 10.8	-12.8 – 6.5
Rn	-1.4	7.7	*	-326.9 – 68.3	-103.3 – 288.6
Rnd	-2.1	-1.5		-65.5 – 25.6	-38.1 – 111.6
Rn-Rm	-1.8	8.1	*	-331.8 – 65.9	-106.3 – 293.3
Rnd-Rm	-2.2	2.3		-68.5 – 23.2	-38.5 – 109.5
Rn-Rnd	-1.6	4.8	*	-263.2 – 44.1	-130.8 – 263.6
Rn/Rm	-0.12	0.61	*	-37.35 – 4.29	-7.85 – 21.47
Rnd/Rm	-0.05	0.13		-12.42 – 1.39	-8.31 – 10.04
Rn/Rnd	-0.04	0.45	*	-1.34 – 2.69	-1.77 – 9.74

De luchtwegweerstand, hun verschillen en verhoudingen pre- en postoperatief, alsmede de verschillen tussen de pre- en postoperatieve waarden hiervan, bij in totaal 63 patiënten, verdeeld in:

- groep 1 (30 patiënten), die voor de operatie aangaf dat de obstructie intermitterend optrad en
- groep 2 (33 patiënten), die vermeldde dat voor de operatie deze obstructie constant aanwezig was.

De opzet van deze tabel is dezelfde als die van tabel 5.

De cursief gedrukte getallen in 10c geven aan dat voor deze parameters in de betreffende groep een significant verschil bestaat tussen de pre- en postoperatieve waarden bij een onbetrouwbaarheidsdrempel van 5%.

9.2.3. Bespreking

Tussen het anamnestic gegeven van de frequentie van neusobstructie en de gevonden weerstandswaarden blijkt samenhang te bestaan op diverse punten. Allereerst liggen bij de groep met constant geobstrueerde neuzen de neusweerstand en het neusmondquotiënt hoger dan bij de groep met anamnestic intermitterende verstopping. Dit betekent dat hier niet alleen de weerstand, die de passerende ademlucht in de neus ondervindt, groter is, maar ook, dat het aandeel van de neus in de totale luchtwegweerstand groter is. Deze verschillen tussen beide groepen zijn niet aantoonbaar voor wat betreft de neusweerstand en het neusmondquotiënt na decongestie. Dit duidt erop, dat deze hogere waarden bij de groep met constant geobstrueerde neuzen voornamelijk tot stand komen door een grotere vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus. Te verwachten zou zijn, dat constante neusobstructie voornamelijk tot stand komt door de constante determinanten van de neusdoorgankelijkheid (rigide structuren rond het lumen van de neus). Dit blijkt echter niet het geval te zijn: de vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus is als belangrijkste variabele determinant van de neusdoorgankelijkheid er ook voornamelijk voor verantwoordelijk, dat de neus constant verstopt zit.

Door sommige auteurs (zie 4.3.) wordt vermeld dat de long- en luchtwegweerstand bij mondademhaling anders zou zijn bij neusobstructie, onder invloed van de zogeheten nasobronchiale reflex. Wanneer dit het geval is, is te verwachten, dat de luchtwegweerstand bij mondademhaling anders is bij de groep waarbij de verstopping slechts af en toe aanwezig is. Een dergelijk verschil konden wij echter niet vaststellen.

Het blijkt dat de frequentie, waarmee patiënten obstructie aangeven, uitsluitend samenhangt met de weerstand in de neus: kennelijk wordt de obstructie voortdurend ervaren wanneer een zeker weerstandsniveau in de neus is overschreden. Daar beneden kan deze obstructie subjectief afwezig zijn, waarschijnlijk onder invloed van de variabele determinanten van de neusdoorgankelijkheid, zoals vooral de slijmvliescongestie. De exacte grenswaarde hiervoor is niet goed aan te geven, gezien de grote spreiding van de gevonden waarden.

Vergeleken met intermitterende obstructie is bij constante obstructie de postoperatieve verandering van de volgende waarden groter: de luchtwegweerstand bij neusademhaling, de neusweerstand, de plexusweerstand, het neusmondquotiënt en het plexusquotiënt. Voor de plexusweerstand en het plexusquotiënt betekent dit bij constante obstructie een daling. Bovendien ligt hier het plexusquotiënt lager dan bij de groep met intermitterende obstructie. De conclusies die hieruit voortvloeien zijn van tweeërlei aard.

In de eerste plaats blijkt hieruit dat bij anamnestic constante neusobstructie

het operatieresultaat – het verbeteren van de doorgankelijkheid – geobjectiverd kan worden aan de hand van de weerstandswaarden in de neus, terwijl dit niet mogelijk is bij patiënten, die obstructie van de neus als niet voortdurend aanwezig ervaren. Zoals hiervoor reeds vermeld (8.3.2. en 8.3.3.) hebben wij echter geen samenhang kunnen vaststellen tussen enerzijds de postoperatieve verandering van klachten en anderzijds deze weerstandswaarden. Het objectiveren van het operatieresultaat blijkt weliswaar wel mogelijk bij een bepaalde categorie patiënten, maar enig nut hiervan voor de klinische praktijk lijkt niet aanwezig.

In de tweede plaats blijkt uit ons onderzoek, dat bij constante neusobstructie de verbetering van de doorgankelijkheid van de neus o.i.v. operatie tot stand komt door een reductie van de invloed hierop van een van de belangrijkste variabele determinanten van de neusweerstand: de vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus. De constante determinanten van de neusweerstand (uitgedrukt in de luchtwegweerstand bij neusademhaling na decongestie neusweerstand na decongestie en neusmondquotiënt na de congestie) veranderen na operatie niet of nauwelijks. Weerstandswaarden, bij de totstandkoming waarvan de submuceuze vaatplexus een rol speelt (plexusweerstand en plexusquotiënt), vertonen bij deze groep een duidelijke daling na operatie. Deze vullingsgraad komt tot stand onder invloed van een groot aantal factoren (zie 4.2.). Hoewel dit in de literatuur niet naar voren komt, spelen lokale, anatomische verhoudingen in de neus kennelijk een rol bij de totstandkoming van de vulling van de submuceuze vaatplexus.

Samenvattend kan gesteld worden, dat er op grond van dit onderzoek aanwijzingen zijn, dat de doorgankelijkheid van de neus in veel mindere mate dan tot op heden werd vermoed, wordt bepaald door constante determinanten, zoals b.v. het neusseptum. Bij de beïnvloeding van de doorgankelijkheid middels functionele chirurgie komt de verandering voornamelijk tot stand via een gewijzigde vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus.

9.3. Conclusie

Het optreden van dyspneu heeft geen aantoonbare samenhang met de anamnestic frequentie van neusobstructie.

Dyspneu kan door functionele neuschirurgie verbeteren of verslechteren, ongeacht de frequentie, waarmee obstructie wordt aangegeven.

Bij anamnestic constante neusobstructie liggen de neusweerstand en het neusmondquotiënt hoger dan bij intermitterende verstopping. Deze hogere

waarden komen voornamelijk tot stand door een grotere vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus.

Er is geen samenhang tussen enerzijds de weerstand in de overige luchtwegen en anderzijds de frequentie, waarmee obstructieklachten worden aangegeven.

Alleen bij anamnestiche constante neusobstructie kan het operatieresultaat worden geobjectiveerd aan de hand van weerstandswaarden in de neus. Dit heeft echter geen nut in de klinische praktijk, omdat deze weerstandswaarden geen samenhang vertonen met klachten van patiënten.

Wanneer obstructie intermitterend optreedt, heeft functionele chirurgie geen verandering in de diverse in ons onderzoek gehanteerde weerstandswaarden tot gevolg. Echter ook dit verschijnsel heeft geen nut in de klinische praktijk: bij gelijk blijvende weerstandswaarden kunnen klachten toch verbeteren.

Bij anamnestiche constante neusobstructie komt de verbetering van de doorgankelijkheid onder invloed van operatie voornamelijk tot stand door een daling in vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus. Operatie heeft hier dus een verbetering van de doorgankelijkheid tot gevolg langs indirecte weg.

X Spina septi

10.1. Vraagstelling

In de voorafgaande hoofdstukken is beschreven dat de doorgankelijkheid van de neus in kwantitatieve zin in het algemeen weinig samenhang vertoont met klachten van patiënten. De doorgankelijkheid kan echter ook in kwalitatieve zin gestoord zijn. Een geringe anatomische afwijking zoals de spina septi hoeft de doorgankelijkheid niet substantieel te beïnvloeden. De vraag rijst hoe geringe – wellicht niet meetbare – doorgankelijkheidsstoornissen toch klachten kunnen geven. Onderling contact van slijmvliezen in de neus kan als onaangenaam worden ervaren en het ligt voor de hand dat dit door patiënten naar voren wordt gebracht als onaangename en/of pijnlijke gevoelens in de neus (hierna gemakshalve aangeduid als „impact”) en hoofdpijn. Het is duidelijk, dat de aanwezigheid van een uitgesproken spina septi predisponeert voor onderling contact tussen slijmvliezen in de neus. In verband met een combinatie van voornoemde klachten en de aanwezigheid van een dergelijk puntvormig uitsteeksel aan het neustussenschot wordt nogal eens een septumcorrectie („spinectomie”) ondernomen. Soms zijn klachten helaas postoperatief onveranderd en de vraag doet zich dus voor of er een samenhang bestaat tussen de aanwezigheid van een spina septi en klachten van hoofdpijn en impact.

10.2. Toetsing

Bij 20 van de 63 patiënten werd een uitgesproken spina septi geconstateerd. De χ^2 toetsen werden toegepast op de $2 \times 2 \times 2$ tabel (tabel 11). Het blijkt, dat de aanwezigheid van een spina septi gemiddeld genomen niet meer of minder vergezeld gaat van klachten van hoofdpijn of impact.

Tabel 11. *Combinatie van bepaalde klachten en een spina septi*

		2 aanwezig		2 niet aanwezig	
		1 aanwezig	1 niet aanwezig	1 aanwezig	1 niet aanwezig
spina septi	2	5	7	6	20
geen spina septi	2	8	15	18	43
totaal					63

1 is „hoofdpijn” en 2 „pijn of onaangename gevoelens in de neus”.

10.3. Bespreking

De oorzaak van hoofdpijn en onaangename gevoelens in de neus is bij deze patiënten kennelijk niet altijd gelegen in de aanwezigheid van een puntvormig uitsteeksel aan het neustussenschot. Bij de totstandkoming van hoofdpijn zijn er meer factoren van belang. Wanneer een spina septi wordt aangetroffen kan zeker niet altijd de conclusie worden getrokken dat de hoofdpijn hier het gevolg van is. Het ontstaan van onderling contact van het neusslijmvlies kan vele oorzaken hebben, waarvan een zich wijzigende vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus de belangrijkste is. Uit ons onderzoek blijkt niet dat een spina septi predisponeert voor klachten van impact. Een en ander biedt een verklaring voor het verschijnsel, dat een septumcorrectie voor dergelijke klachten nogal eens onvoldoende subjectief resultaat geeft.

10.4. Conclusie

De aanwezigheid van een spina septi predisponeert niet aantoonbaar voor klachten als hoofdpijn en onaangename, pijnlijke gevoelens in de neus.

Samenvatting

Klachten over de functie van de neus komen zeer frequent voor. Hiervoor is in de laatste decennia een groeiend therapeutisch arsenaal ter beschikking komen te staan. De chirurgische behandeling van obstructieve aandoeningen van de neus neemt hierbij een belangrijke plaats in. Een en ander vormt een duidelijke tegenstelling tot de ontwikkeling van diagnostische methoden voor aandoeningen van de neus. Dit is een verhoudingsgewijs enigszins achtergebleven gebied. Eveneens is in het algemeen de kennis van de (patho-)fysiologie van de neus vrij gering.

Bij het onderzoek naar het functioneren van de neus heeft het objectiveren van de doorgankelijkheid van oudsher op de voorgrond gestaan. Deze zogeheten rhinometrische methoden hebben echter in de klinische praktijk nog slechts weinig verspreiding gevonden. Hiervoor kunnen in het algemeen drie oorzaken worden aangewezen.

Ten eerste ontbreekt tot op heden een goede en praktische methode om de weerstand te registreren, die de ademlucht in de neus ondervindt. Talrijke methoden zijn in de loop der tijden ontwikkeld. Geen enkele echter is universeel geaccepteerd en alle hebben hun eigen specifieke nadelen.

In de tweede plaats doet zich het probleem voor, hoe men uit een drukstroomcurve het getal weerstand dient af te leiden. Turbulenties van de ademlucht zijn een voorwaarde voor het functioneren van de neus, daar immers hierdoor het contact tussen de lucht en het slijmvlies tot stand komt. Deze turbulenties zijn er echter ook verantwoordelijk voor, dat de relatie tussen druk en stroom in de neus alineaair is tijdens het grootste deel van de ademcyclus. Hierdoor is de berekende weerstand altijd approximatief. Aan elke wijze van berekening van de neusweerstand kleven bezwaren.

Een derde probleem bij de klinische toepassing van rhinometrie is de onbekendheid met de (patho-)fysiologische betekenis van de doorgankelijkheid van de neus. De een heeft geen klachten van een vrijwel afgesloten neus, terwijl de ander ernstige bezwaren ondervindt van een geringe stoornis in de doorgankelijkheid. Opvallend is ook, dat bij plotselinge afsluiting van de neus bij vrijwel iedereen dyspneu ontstaat, het gevoel „niet voldoende lucht te krijgen”. Wanneer de neus constant geobstrueerd is, is dit vaak niet het geval. Patiënten, die over de neus klagen, hebben een vaak gevarieerd klachtenpa-

troon en het is vaak moeilijk hiervoor een morfologisch substraat vast te stellen. Voorts staat de doorgankelijkheid van de neus onder invloed van een groot aantal – deels onbekende – factoren.

Dit onderzoek is oriënterend van karakter en heeft tot doel enig inzicht te verwerven in de betekenis van de doorgankelijkheid van de neus; dit aan de hand van een groep van 63 patiënten, die een operatie ondergingen wegens functionele klachten van de neus. Voor en na de operatie werd hiertoe een onderzoek verricht, dat bestond uit een nauwkeurige anamnese, meting van de luchtwegweerstand en het gebruikelijke rhinoscopisch onderzoek. De luchtwegweerstand werd gemeten met de volumeconstante lichaamsplethysmograaf. Dit werd gedaan niet alleen bij mondademhaling, maar ook bij neusademhaling, zowel voor als na applicatie van een lokaal decongestivum.

De groep patiënten, die zich met de klacht dyspneu presenteert, blijkt zich te onderscheiden van de anderen: hier liggen de luchtwegweerstand bij neusademhaling en het verschil tussen de luchtwegweerstand bij neus- en mondademhaling hoger. Een ernstig gestoorde doorgankelijkheid van de neus gaat dus vooral samen met klachten van dyspneu. Wanneer de doorgankelijkheid van de neus in mindere mate is gestoord staan andere klachten meer op de voorgrond.

In het algemeen was geen samenhang aan te tonen tussen de verbetering van klachten na operatie en de door ons vastgestelde weerstandswaarden. Alleen bij de groep patiënten, die aanvankelijk over dyspneu klaagden, blijkt, dat de kans op verbetering hiervan groter is naarmate het aandeel van de vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus in de neus groter is bij de totstandkoming van de luchtwegweerstand.

Een belangrijk anamnestic gegeven is de frequentie waarmee neusobstructie optreedt. Slechts af en toe optredende neusobstructie is waarschijnlijk het gevolg van slijmvliescongestie en de daarbij optredende dyspneuklachten. Binnen ons materiaal hebben wij echter niet kunnen vaststellen, dat dyspneuklachten meer voorkomen bij intermitterende dan bij constante obstructie. Daar slijmvliescongestie bij operatie niet direct wordt beïnvloed, is te verwachten dat bij intermitterende obstructie dyspneuklachten minder zullen verbeteren na een operatie. Dit blijkt echter niet het geval te zijn: onafhankelijk van de aanvankelijke frequentie van obstructie kan dyspneu verslechteren of verbeteren.

De groep patiënten, die over constante obstructie klagen, onderscheiden zich voor wat betreft de vastgestelde weerstandswaarden op diverse punten van de groep, waarbij de obstructie als intermitterend wordt aangegeven. De weerstand die de ademlucht in de neus ondervindt is hier duidelijk hoger, voorna-

melijk door slijmvliescongestie. Alleen bij anamnestic constante neusobstructie kan het operatieresultaat – de verbetering van de doorgankelijkheid – worden geobjectiveerd aan de hand van de door ons vastgestelde weerstandswaarden in de neus. Dit heeft echter geen nut in de klinische praktijk, omdat deze waarden geen samenhang vertonen met alle klachten van patiënten. Het blijkt dat bij constante obstructie de verbetering van de doorgankelijkheid vrijwel uitsluitend tot stand komt door een verminderde slijmvliescongestie. Deze verbetering komt dus op indirecte wijze tot stand: lokale anatomische verhoudingen hebben kennelijk invloed op de vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus.

Wanneer patiënten over intermitterende neusverstopping klagen blijkt, dat een operatie geen belangrijke verandering tot gevolg heeft in de diverse in ons onderzoek gehanteerde weerstandswaarden. Echter ook dit verschijnsel heeft geen nut in de klinische praktijk: bij gelijkblijvende weerstandswaarden kunnen klachten verbeteren of verslechteren.

In de literatuur wordt sporadisch melding gemaakt van een zg. nasobronchiale reflex: door neusobstructie zou de luchtwegweerstand bij mondademhaling stijgen. Wanneer de obstructie slechts af en toe optreedt is te verwachten, dat de invloed hiervan op de overige luchtwegen anders zal zijn dan wanneer deze verstopping constant aanwezig is. Dit hebben wij echter niet kunnen vaststellen: in geen van beide groepen vertoont de luchtwegweerstand bij mondademhaling verschil.

Vaak wordt het ontstaan van hoofdpijn en allerlei onaangename gevoelens in de neus toegeschreven aan de aanwezigheid van een puntvormig uitsteeksel aan het neustussenschot. Dit hebben wij niet kunnen bevestigen. Deze klachten komen niet frequenter voor bij patiënten met een dergelijke spina septi.

De doorgankelijkheid van de neus is een voorwaarde voor het functioneren ervan. Bij dysfunctioneren vormt de mate van doorgankelijkheid slechts een deelaspect met beperkte betekenis.

Summary

A large proportion of our patients have their primary complaint pertaining to nasal function. Complaints about nasal function occur frequently. Therapeutic possibilities in this field have increased considerably off late, and surgery plays an important role here. However, the development of diagnostic methods for nasal (dys-)function has lagged behind and generally, knowledge of nasal physiology and pathophysiology is inadequate.

In these diagnostic methods, objectifying of nasal patency has been in the foreground. This so-called rhinometry has not attained universal usage in clinical practice. There are three factors responsible for this.

First of all, a reliable practical method to determine nasal airway resistance is not yet available. Numerous methods have been developed but none has been generally accepted and all have their disadvantages.

A second problem is, how to derive the resistance from a pressure-flow curve. All nasal functions depend on turbulencies of the breathing air, which provide contact between the mucous membranes and the passing gases. However, these turbulencies also cause an ailinear relationship between pressure and flow during the greatest part of each breathing cycle. So the value of the resistance calculated will always be approximate and each method to calculate resistance value has important disadvantages.

A third problem in clinical practice of rhinometry, is the poor understanding of the physiologic and pathophysiologic significance of nasal patency. In some subjects an almost completely obstructed nose does not give rise to any complaint, while the slightest narrowing of the nasal passages in others might lead to severe subjective symptoms. When the nose is suddenly blocked nearly everybody complains of dyspnea, the feeling of „not enough air“. However, when the nose is constantly obstructed these feelings are often absent. The pattern of complaints about nasal dysfunction usually shows large variations and sometimes it is hard to find morphological substrates. Moreover, nasal patency is influenced by factors, sometimes poorly understood.

The object of this investigation has been to look more carefully into the significance of nasal patency. For this purpose 63 patients, who underwent functional nasal surgery, were investigated. Methods employed were history,

measurement of airway resistance and rhinoscopy. Airway resistance was determined by means of the whole body plethysmograph, not only during mouth breathing but also during nasal breathing, before and after decongestion of the nasal mucosa.

Airway resistance during nasal breathing and the difference of airway resistance during nasal and mouth breathing are higher in patients, who complain of dyspnea. A severe nasal obstruction apparently leads to complaints of dyspnea, while other complaints manifest, when the nose is less obstructed. Generally there is no demonstrable relationship between improvement of complaints on the one hand and resistance values on the other. The chance of improvement of dyspnea is better only when submucous congestion in the nose plays a more important role in the assessment of airway resistance.

The history of persistent obstruction or otherwise represents an important data. Intermittent obstruction is probably caused by submucous congestion and results in dyspnea. However, in our material we could not confirm that complaints of dyspnea occur more frequently in patients with intermittent obstruction.

Submucous congestion is not directly influenced by surgery. So it is to be expected that improvement of dyspnea in cases with intermittent obstruction shall be insignificant. However, we could not confirm this either.

Between the two groups, with constant and intermittent obstruction there was difference in several values in the measurement of resistance. The resistance to the passage of air through the nose is considerably higher in patients with constant obstruction. These higher values are caused mainly by submucous congestion. Improvement of nasal patency by operation can only be objectified in cases with constant obstruction. As resistance values generally have no relation to complaints, this phenomenon is of no use in clinical practice. In constant obstruction improvement of patency is brought about by a decrease in submucous congestion. Local anatomical factors apparently can influence the degree of filling of the submucous vascular plexus in the nose.

Surgery does not alter resistance values in cases with intermittent obstruction, and therefore this information is of no practical use. When resistance values remain the same, complaints can improve or get worse.

A so-called nasobronchial reflex is mentioned in literature. By means of this reflex nasal obstruction would cause an increase of airway resistance in mouth breathing. It is to be expected that the influence of this reflex is different in constant and intermittent obstruction. However, in our material no difference in airway resistance values in mouth breathing could be demonstrated between these two groups.

A septal spine is often supposed to be the cause of headache and all kinds of disagreeable sensations in the nose. We could not confirm this.

The functions of the nose depend completely on its patency. However, in nasal dysfunction the degree of patency is only a parameter with limited significance.

Zusammenfassung

Beschwerden als Folge beeinträchtigter Nasenfunktion sind sehr häufig. Als Therapie stehen uns in den letzten Jahrzehnten eine stets wachsende Anzahl von Behandlungsmaßnahmen zur Verfügung, wobei chirurgische Maßnahmen – insbesondere bei der Behandlung von Obstruktionen der Nase – eine wichtige Rolle spielen. Im Gegensatz dazu wurde die Entwicklung diagnostischer Methoden ziemlich vernachlässigt. Desgleichen ist im allgemeinen die Kenntnis der Pathophysiologie der Nase relativ klein.

Von alters her haben beim Studium der Nasenfunktionen Versuche, die Nasendurchgängigkeit zu messen, im Vordergrund gestanden. Dennoch haben rhinometrische Methoden wenig klinische Verbreitung gefunden. Hierfür kann man im allgemeinen drei Gründe angeben.

Erstens fehlt bis heute noch eine praktische Methode, um den Widerstand zu registrieren, den die Atemluft in der Nase erfährt. Im Laufe der Zeit wurden zahllose Methoden entwickelt, wovon jedoch keine allgemein akzeptiert wurde und jede spezifische Nachteile aufweist.

Zweitens stehen wir vor dem Problem, auf welche Weise man aus der Druck-Strömungskurve einen Wert für den Widerstand ableiten kann. Grund hierfür sind Turbulenzen in der Atemluft, die eine Vorbedingung für die Nasenfunktion sind. Gerade hierdurch kommt ja der Kontakt zwischen Atemluft und Schleimhaut zustande. Diese Turbulenzen sind jedoch auch die Ursache dafür, daß die Relation Druck – Strömung in der Nase während großer Teile des Atemcyclus nicht linear verläuft, wodurch die Werte für Widerstand nur annäherungsweise zu berechnen sind. Jede Berechnungsmethode des Nasenwiderstandes hat Nachteile.

Ein drittes Problem bei der klinischen Anwendung der Rhinometrie ist unsere Unkenntnis über die (patho-)physiologische Bedeutung der Nasendurchgängigkeit. Der eine empfindet trotz beinahe abgeschlossener Nasengänge keine Behinderung, während ein anderer schon bei geringfügiger Verminderung der Nasendurchgängigkeit über ernste Beschwerden klagt. Auffällig ist auch, daß bei plötzlichem Abschließen der Nasenwege bei fast jedem Dyspnoe – das Gefühl, „nicht genug Luft zu bekommen“ – auftritt. Dies ist oft nicht der Fall, wenn die Nase konstant verstopft ist. Patienten, die über ihre Nase klagen, haben häufig variierende Beschwerden, und es ist oft nur schwer möglich, hier

eine morphologische Ursächlichkeit nachzuweisen. Außerdem wird die Durchgängigkeit der Nase durch eine große Anzahl – teils unbekannter – Faktoren beeinflusst.

Unsere Untersuchungen, deren Ziel es ist, Kenntnis darüber zu erlangen, wieviel Gewicht der Erhaltung der Nasendurchgängigkeit beizumessen ist, hat orientierenden Character; dies trachten wir an Hand der Untersuchungsergebnisse von 63 Patienten zu ermitteln, die wegen funktionsbedingter Behinderung der Nasenatmung und daraus resultierender Beschwerden einer Operation unterzogen wurden. Vor und nach der Operation fand eine Untersuchung statt, die aus sorgfältiger Anamnese, Messung des Atemwegswiderstandes und Rhinoskopie bestand. Der Atemwegswiderstandes wurde bei Mund- und Nasenatmung mittels Ganzkörperplethysmographie gemessen. Die Werte für Nasenatmung wurden sowohl vor wie nach lokaler Verabreichung schleimhautabschwellender Mittel registriert.

Die Untersuchungsergebnisse von Patienten mit Dyspnoe unterscheiden sich hier offensichtlich von den übrigen: der Atemwegswiderstand bei Nasenatmung ist bei ihnen, genau wie der Unterschied von Atemwegswiderständen bei Mund- und Nasenatmung, significant höher. Man kann daraus rück schließen, daß ernste Behinderungen der Nasendurchgängigkeit namentlich mit Beschwerden als Dyspnoe einhergehen. Ist die Nasendurchgängigkeit nur in kleinerem Maße beeinträchtigt, stehen andere Beschwerden im Vordergrund.

Im allgemeinen war postoperativ kein Zusammenhang zwischen Verminderung der subjektiven Beschwerden und der von uns gemessenen Widerstandswerte festzustellen. Eine Ausnahme ist die Gruppe von Patienten, die anfänglich über Dyspnoe klagten. Die Chance auf Besserung ist offensichtlich im selben Maße größer, in dem die höheren Widerstandswerte auf erhöhte Füllung des submucösen Gefäßplexus zurückzuführen sind.

Ein wichtiger anamnestischer Punkt ist die Häufigkeit, mit der Obstruktionen der Nase auftreten. Nur zeitweilig auftretende Verstopfungen sind wahrscheinlich die Folge von Schleimhautschwellungen, die vor allem mit Dyspnoe-Beschwerden einhergehen. Bei unserem Patientenmaterial haben wir jedoch nicht feststellen können, daß Dyspnoe häufiger bei intermittierender als bei konstanter Obstruktion vorkommt. Da Schleimhautschwellungen durch Operation nicht direkt beeinflusst werden, müßte angenommen werden, daß bei intermittierender Obstruktion Verbesserung von Dyspnoe-Beschwerden in minderen Maße zu konstatieren wäre. Das ist jedoch nicht der Fall. Unabhängig von der präoperativen Frequenz von Nasenverstopfungen treten postoperativ Verbesserungen oder Verschlechterungen auf.

Patienten mit konstanter Obstruktion unterscheiden sich bezüglich der gemessenen Widerstandswerte in verschiedenen Punkten von der Gruppe, die zeitweilig auftretende Verstopfung angibt. Der Widerstand, den die Atemluft in der Nase erfährt, ist bei ihnen deutlich höher. Diese höheren Werte kommen hauptsächlich durch Schleimhautschwellungen zustande. Allein in Fällen von anamnestisch konstanter Obstruktion können die Operationsresultate, das heißt die Verbesserung der Nasendurchgängigkeit, an Hand der von uns gemessenen Widerstandswerte objektiviert werden. Dies hat jedoch wegen fehlender Übereinstimmungen mit den von Patienten vorgebrachten Beschwerden keinen klinischen Nutzen. In Fällen von konstanter Obstruktion ist die postoperativ bessere Nasendurchgängigkeit offensichtlich ausschließlich auf geringere Schleimhautschwellung zurückzuführen. Diese Verbesserung kommt demzufolge auf indirekte Weise zustande. Lokale anatomische Verhältnisse haben anscheinend Einfluß auf den Füllungsgrad des submucösen Gefäßplexus.

In den Fällen von intermittierender Nasenverstopfung konnten nach Operation keine nennenswerten Veränderungen der von uns gemessenen Widerstandswerte beobachtet werden. Auch dieses Ergebnis hat keinen klinischen Wert, da auch bei gleichbleibenden Widerstandswerten sowohl Beschwerdeverbesserungen als Verschlechterungen auftreten können.

In der Literatur wird gelegentlich ein sogenannter „Naso-brochialer Reflex“ beschrieben: durch Nasenverstopfung steige der Atemwegswiderstand bei Mundatmung. Dann müßten zeitweilige und konstante Verstopfungszustände unterschiedlichen Einfluß auf die übrigen Atemwege ausüben. Dies konnten wir jedoch nicht befestigen. Die Werte für Atemwegswiderstand bei Mundatmung weisen bei beiden Gruppen keinen Unterschied auf.

Häufig wird das Auftreten von Kopfschmerzen und allerlei unterschiedlichen unangenehmen Sensationen in der Nase dem Vorkommen einer Spina septi zugeschrieben. Auch dies haben wir nicht befestigen können; denn auch Patienten mit Spinae septi klagten nicht häufiger über diese Beschwerden als andere.

Die Durchgängigkeit der Nase ist eine Vorbedingung für ihre Funktion. Bei Dysfunktion ist das Maß der Durchgängigkeit nur ein Teilaspekt von untergeordneter Wichtigkeit.

Verklarende woordenlijst

doorgankelijkheid	reciproke waarde van de weerstand
druk	verschil in gasdruk met de atmosferische druk
drukverschil	verschil tussen drukken, die heersen op twee punten in een stroom
dyspneu	gevoel van ademtekort
functioneel	de functie betreffende
laminaire stroom	stroom, waarbij in alle punten van een dwarsdoorsnede van het stromend medium dezelfde stroomrichting bestaat
lichaamsplethysmografie	methode om de luchtwegweerstand te meten waarbij patiënten in een afgesloten kast zit; ademexcursies geven druk- of volumevariaties van deze kast, welke worden gemeten tesamen met de volumestroom van de ademgassen
luchtwegweerstand	quotiënt van het drukverschil tussen alveolen en neus- of mondopening en de volumestroom
mediaan	middelste in een naar grootte gerangschikte reeks van waarden
neusmondquotiënt	quotiënt van de luchtwegweerstand bij neus- en mondademhaling

neusweerstand	quotiënt van het drukverschil tussen epifarynx en nares en de volumestroom door de neus; hier gedefiniëerd als het verschil tussen de luchtwegweerstand bij neus- en mondademhaling
plexusquotiënt	quotiënt van de luchtwegweerstand bij neusademhaling en bij neusademhaling na decongestie
plexusweerstand	verschil tussen de luchtwegweerstand bij neusademhaling en bij neusademhaling na decongestie
stroom = stroomsterkte = volumestroom	aantal volume-eenheden gas dat per tijdseenheid een bepaald punt passeert
turbulente stroom	stroom, waarbij niet in alle punten van een dwarsdoorsnede van het stromend medium dezelfde stroomrichting bestaat
weerstand	het quotiënt van het drukverschil tussen twee punten en de volumestroom

Lijst van gebruikte symbolen

k	constante
P	druk
P _A	druk in de alveolen
P _K	druk in de lichaamsplethysmograaf
P _S	afsluitdruk
q	correctiefactor
R	weerstand
R _m	luchtwegweerstand bij mondademhaling
R _n	luchtwegweerstand bij neusademhaling
R _{nd}	luchtwegweerstand bij neusademhaling na decongestie van het neusslijmvlies
V	volume
$\dot{V}$	volumestroom

Literatuur

- Akyildiz, A. N. (1969): The clinical value of rhinorheograms. *Int. Rhinology* 7, 1, 114.
- Andersen, I. B. e.a. (1972): Human nasal mucosal function under four controlled humidities. *Am. Rev. Res. Dis.* 106, 438.
- Anderson, P. (1953): Inhibitory reflexes from the trigeminal and olfactory nerves in rabbits. *Acta Physiol. Scand.* 30, 137.
- Angell James, J. E. en M. de B. Daly (1969): Nasal reflexes. *Proc. R. Soc. Med.* 62, 1287.
- Arbour P. en E. B. Kern (1975): Paradoxical nasal obstruction. *Can. J. Otol.* 4, 333.
- Arentschild, O. von (1966): Der Nasenwiderstand bei Eigen- und Fremdstrommessung. *Arch. klin. exp. Ohr. Nas. u. Kehlk. hk.* 187, 664.
- Aschan, G. e.a. (1958): A new technique for measuring nasal resistance to breathing illustrated by the effects of histamine and physical effort. *Ann. Acad. Reg. Scient. Upsal.* 2, 111.
- Bachmann, W. (1972): Kurzer Abriss moderner Untersuchungsmethoden der Nasenfunktion. Darstellung einer eigenen Methode. *Med. Mschr.* 26, 6, 269.
- Barree, G. O. F. en L. Feenstra (1974): Klinisch brauchbare Methode zur Durchführung von Widerstandsmessungen in der Nase. *Zschr. Laryng. Rhinol. Otol.* 53, 357.
- Baumann, A. en H. Masing (1970): Einfluss körperliche Arbeit auf den Nasenwiderstand. *Zschr. Laryng. Rhinol. Otol.* 49, 264.
- Benesi, O. (1911): Gärtnersche Rhinometer und seine praktische Verwendung. *Mschr. Ohrenhk.* 45, 1357.
- Benson, M. K. (1971): Maximal nasal inspiratory flow rate: its use in assessing the effect of pseudoephedrine in vasomotor rhinitis. *Europ. J. Clin. Pharmacol.* 3, 182.
- Bentley, A. J. en R. T. Jackson (1970): Changes in the patency of the upper nasal passage induced by histamine and antihistamines. *Laryngoscope* 80, 1859.
- Bettlejewski, S. (1972): Aerodynamics of nasal respiration. *Otolaryng. Pol.* 26, 4, 475.
- Bridger, G. P. (1970): Physiology of the nasal valve. *Arch. Otolaryng.* 92, 543.
- Bridger, G. P. en D. F. Proctor (1970): Maximum nasal inspiratory flow and nasal resistance. *Ann. otol. rhinol. laryng.* 79, 481.
- Briscoe, W. A. en A. B. Dubois (1958): The relationship between airway resistance, airway conductance and lung volume in subjects of different age and body size. *J. Clin. Invest.* 37, 1279.

- Bruck, F. (1901): Zur Prüfung der Luftdurchgängigkeit der Nase. Ther. Gegenw. 42, 407, geciteerd door Uddströmer (1940).
- Büsser, E. en R. A. Schibli (1973): Rhinomanometrie; Methodik und Normalwerte. Dtsch. med. Wschr. 98, 719.
- Buller, J. (1960): The work of breathing through the nose. Clin. Sci. 19, 55.
- Cassisi, N. J. e.a. (1971): Changes in arterial oxygen tension and pulmonary mechanics with the use of posterior packing in epistaxia. A preliminary report. Laryngoscope 81, 1261.
- Cavo, J. W. e.a. (1975): Arterial blood gas changes following nasal packing in dogs. Laryngoscope 85, 2055.
- Cohen, B. M. (1969): Nasal airway resistance and the effects of bronchodilator drugs in expiratory airflow disorders. Respiration 26, 35.
- Cohen, B. M. (1970): The nasal respiratory handicap of expiratory airflow disease: the response to bronchodilator aerosols. Respiration 27, 406.
- Cohen, B. M. (1971): The interrelationship of respiratory functions of the nasal and lower airways. Bull. Physiopath. Resp. 7, 895.
- Conner, P. K. e.a. (1957): Use of pyrrobutamine in treatment of rauwolfia-induced nasal congestion. Geriatrics 12, 185.
- Cook, T. A. en R. M. Komorn (1973): Statistical analysis of the alterations of blood gases produced by nasal packing. Laryngoscope 83, 1802.
- Corn, M. e.a. (1972): Response of cats to inhaled mixtures of SO₂ and SO₂-NaCl aerosol in air. Arch. Environ. Health 24, 248.
- Cottle, M. H. (1950): Modified nasal septum operations. Eye Ear Nose Throat Monthly 26, 480.
- Cottle, M. H. (1960): Concepts of nasal physiology as related to corrective nasal surgery. Arch. Otolaryng. 72, 27, 11.
- Cottle, M. H. (1968): Rhino-sphygmo-manometry an aid in physical diagnosis. Int. Rhinology 6, 1, 7.
- Courtade, A. (1903): Obstruction nasale. Etude clinique et physiologique. Arch. Internat. Laryng. 320, 598 en 884.
- Craig, A. B. e.a. (1965): Resistance to airflow through the nose. Ann. otol. rhinol. laryng. 74, 589.
- Dirnagl, K. (1953): Zur fortlaufenden Messung des Atemwiderstandes. Zschr. Aerosol-Forsch. 2, 475.
- Dishoeck, H. A. E. van (1935): De invloed van warmtestraling op de doorgankelijkheid van den neus. Ned. T. Geneesk. 79, 18, 2073.
- Dishoeck, H. A. E. van (1936): Die Bedeutung der äusseren Nase für die respiratorische Luftströmung. Acta Otolaryngol. 24, 494.
- Dishoeck, H. A. E. van (1938): Nasenplethysmometrie als Mittel zur Diagnose der Durchlässigkeit des Sinus sigmoideus und der Vena jugularis. Acta Otolaryngol. 26, 45.
- Dishoeck, H. A. E. van (1942): Inspiratory nasal resistance. Acta Otolaryngol. 30, 431.
- Dishoeck, H. A. E. van en L. A. J. van Lier (1960): Ausserliche Reize bei Rhinopathia vasomotoria allergica und non-allergica. Acta Otolaryngol. 51, 275.
- Dishoeck, H. A. E. van (1965): The part of the valve and the turbinates in total nasal resistance. Int. Rhinology 3, 19.
- Dishoeck, H. A. E. van en E. A. van Dishoeck (1970): Nasal resistance measuring without breathing. Int. Rhinology 8, 1, 37.
- Dishoeck, E. A. van (1973): Passive anterior rhinomanometry and inhalation provocation through the nose. Rhinology 11, 103.
- Dixon, W. E. en T. G. Brodie (1903): Contributions to the physiology of the lungs. J. Physiol. 29, 97.
- Drettner, B. (1961): Vascular reactions of the human nasal mucosa on exposure to cold. Acta Otolaryngol. Suppl. 166.
- Drettner, B. (1965): The permeability of the maxillary ostium. Acta Otolaryngol. 60, 499.
- Drettner, B. (1967): Die Ventilation der Nase und der Nebenhöhlen. Zschr. Laryng. Rhinol. Otol. 46, 159.
- Drettner, B. en C. E. Lindholm (1967): The borderline between acute rhinitis and sinusitis. Acta Otolaryngol. 64, 508.
- Drettner, B. (1969): Nasal and oral maximal voluntary ventilation in persons with normal and reduced pulmonary function. Rhinology 7, 15.
- Dubois, A. B. e.a. (1956): A new method for measuring airway resistance in man using a body plethysmograph: values in normal subjects and in patients with respiratory disease. J. Clin. Invest. 35, 327.
- Enzmann H. (1970): Der obere Atemwegswiderstand. Proefschrift, Heidelberg.
- Enzmann, H. (1974): Diagnostische Möglichkeiten der Rhinorheomanometrie bei perennialen Rhinitiden. Zschr. Laryng. Rhinol. Otol. 53, 723.
- Ey, W. (1970): Rhinomanometric studies compared to body-plethysmographic measurements. Int. Rhinology 8, 21.
- Feenstra, L. (1972): Neusweerstandquotient een maat voor neusobstructie. Proefschrift, Groningen.
- Ferris, B. G. Jr. e.a. (1964): Partitioning of respiratory flow resistance in man. J. Appl. Physiol. 19, 653.
- Gartner, G. (1911): Die Messung der Durchgängigkeit der Nase für den Luftstrom. Wien. Klin. Wschr. 8, 279, geciteerd door Guillermin e.a. (1961).
- Graamans, K en J. de Vries (1976): Klinische aspecten van de choanaalatresie. Acta Oto-Rhino-Laryngol. Belg. 30, 260.
- Guillermin, R. e.a. (1961): Le rhinorhéomètre nouvel appareil pour l'étude de la perméabilité nasale. J. franç. d'oto-rhino-laryng. 10, 431.

- Guillerm, R. e.a. (1966): Une technique de mesure de la perméabilité nasale; la rhinorhéographie. *Revue laryng., otol., rhinol.* 5, 45.
- Guillerm, R. e.a. (1971): Pathophysiologische Aspekte der oberen Luftwege: Nase, Nasennebenhöhlen, Ohrtrumpete. *Arch. klin. exp. Ohr. Nas. u. Kehlk. hk.* 199, 1.
- Heinberg, C. E. en E. B. Kern (1973): The Cottle sign: an aid in the physical diagnose of nasal airflow disturbances. *Rhinology* 11, 89.
- Hertzmann, A. B. (1937): Photoelectric plethysmography of the nasal septum in man. *Proceedings of the society for experimental biology and medicine* 37, 290.
- Hinderer, K. H. (1970): Surgery of the valve. *Int. Rhinology* 8, 60.
- Holmes, T. H. e.a. (1950): The nose, an experimental study of reactions within the nose in human subjects during varying life experiences. Thomas, Springfield.
- Huizing, E. H. (1965): Betekenissen en functies van de neus. Openbare les, Leiden.
- Ingelsted, S. en B. Ivstam (1951): Study in the humidifying capacity of the nose. *Acta Otolaryngol.* 39, 286.
- Ingelsted, S. en N. G. Toremalm (1960): Aerodynamics within larynx and trachea. *Acta Otolaryngol. Suppl.* 158, 81.
- Ingelsted, S. en H. Runderantz (1964): Allergic rhinitis and extravascular aggregation of blood cells. *Acta Otolaryngol.* 57, 119.
- Ingelsted, S. e.a. (1969): A clinical method for determination of nasal airway resistance. *Acta Otolaryngol.* 68, 189.
- Jacobson, A. (1899): Une nouvelle méthode pour mesurer la perméabilité nasale. *Ann. Mal. Or.* 11, geciteerd door Guillerm e.a. (1961).
- Jenssen, A. O. (1973): Measurement of resistance to air flow in the nose in a trial with sodium cromoglycate (B.P.) solution in allergen-induced nasal stenosis. *Clin. Allergy* 3, 277.
- Jonge, H. de (1963, 1964): Inleiding tot de medische statistiek. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- Jonson, B. en H. Runderantz (1969): Posture and pressure within the internal jugular vein. *Acta Otolaryngol.* 68, 271.
- Kaufman, J. en G. W. Wright (1969): The effect of nasal and nasopharyngeal irritation on airway resistance in man. *Am. Rev. Resp. Dis.* 100, 626.
- Kayser, R. (1889): Ueber den Weg der Atmungsluft durch die Nase. *Fortschr. Ohrenheilk.* 20, 96.
- Kayser, R. (1895): Die exacte Messung der Luftdurchgängigkeit der Nase. *Arch. f. Laryng.* 3, 101.
- Kern, E. B. (1973): Rhinomanometry, *Otolaryngol. Clin. North Am.* 6, 3, 863.
- Keuning, J. (1968): On the nasal cycle. *Int. Rhinology* 6, 99.
- Klajman, S. en J. Sitkowski (1961): A rhinopneumetric method based on laminar (viscous) flow-meter. *Pract. oto-rhino-laryng.* 23, 362.
- Knothe, J. en E. Aschoff (1969): Experimentelle Untersuchungen zum Effekt einiger schleimhautabschwellender Nasentropfen. *Dtsch. Ges. wesen* 24, 2384.
- Kortekangas, A. E. (1971): Clinical application of rhinomanometry. *Int. Rhinology* 9, 1, 144.
- Kossowska, E. e.a. (1967): Akustische Analyse der Stenosengeräusche bei Erkrankungen der Atmungswege bei Kindern. *Zschr. Laryng. Rhinol. Otol.* 46, 775.
- Kossowska, E. e.a. (1971): Assessment of patency of the nasopharynx by means of acoustic analysis of the respiratory sound. *Folia phoniatr.* 23, 288.
- Krajina, Z. e.a. (1977): Nasal obstruction and cardiopulmonary system in children. *Acta Otolaryngol.* 83, 40.
- Krotova, M. J. (1955): Primenenie pletysmografije dla issledovania sosudistich reakcij slizistoi obolocki nosa u celoveka. *Vestn. oto-rhino-laryng.* 2, 69, geciteerd door Simon en Schmidt-Kloiber (1971).
- Lajp, B. A. (1972): Ocena drożności nosa w stosunku do niektórych wskaźników spirometrycznych u starzych dzieci. *Pol. Tyg. Lek.* 27, 379.
- Levy, A. M. e.a. (1967): Hypertrophied adenoids causing pulmonary hypoventilation and severe congestive heart failure. *New. Engl. J. Med.* 277, 506.
- Lilly, J. C. (1950): Methods in medical research (ed. J. H. Comroe). Vol. 2, 120, The Year Book Publishers, Chicago, geciteerd door Ingelsted e.a. (1969).
- Lippmann, M. (1970): Deposition and clearance of inhaled particles in the human nose. *Ann. otol. rhinol. laryng.* 79, 519.
- Luke, M. J. e.a. (1966): Chronic nasopharyngeal obstruction as a cause of cardiomegaly, cor pulmonale and pulmonary edema. *Pediatrics* 37, 5, 762.
- Lüscher, E. (1930): Die Alkalireserve des Blutes bei behinderter Naseatmung. *Acta Otolaryngol.* 14, 90.
- Lysovskaia, M. P. (1956): Model nosovogo pletysmografija dla zapisy sosudistich reakcij slizistoi obolocki nosa u celoveka. *Vestn. oto-rhino-laryng.* 1, 58, geciteerd door Simon en Schmidt-Kloiber (1971).
- Malan, A. (1928): Atmometria grafica nasale e rinofaryngea. *Arch. ital. otol.* 39, 245.
- Malcolmson, K. G. (1959): Vasomotor activities of the nasal mucous membrane. *J. Laryng.* 78, 73.
- Masing, H. (1965): Die klinische Bedeutung der Nasenwiderstandsmessung. *Arch. klin. exp. Ohr. Nas. u. Kehlk. hk.* 185, 763.
- Masing, H. (1967): Patho-physiology of the nasal airflow. *Int. Rhinology* 5, 1, 63.
- Masing, H. (1970): The airspace in the nose. *Int. Rhinology* 8, 17.
- Masing, H. (1974, a): Nasal pressure flow studies in adults and children. *Rhinology* 12, 137.
- Masing, H. (1974, b): Ein neues Rhinomanometer für die Praxis. *Zschr. Laryng. Rhinol. Otol.* 53, 717.
- Massumi R. A. e.a. (1969): Tonsillar hypertrophy, airway obstruction, alveolar hypoventilation and cor pulmonale in twin brothers. *Dis. Chest.* 55, 110.

- McLaurin J. W. e.a. (1960): A modified technique of rhinometry. With a preliminary note on the effect of nasal decongestants administered orally. *Laryngoscope* 70, 155.
- Menashe, V. D. e.a. (1965): Hypoventilation and cor pulmonale due to chronic upper airway obstruction. *J. Pediat.* 67, 198.
- Mink, P. J. (1920): Physiologie der oberen Luftwege. Vogel, Leipzig.
- Miodonski, J. (1949): Elektro-rhino-spirometria. *Otol. Pol.* 3, 91.
- Moe, R. (1941): The effect on the respiratory functions of the nose of the lumendilating nasal operations. *Acta Otolaryngol. Suppl.* 45.
- Nadel, J. A. en J. G. Widdicombe (1962): Reflex effects of upper airway irritation on total lung resistance and blood pressure. *J. Appl. Physiol.* 17, 861.
- Nakano, T. (1967): Influence of nozzles on pressure and flow measurement studied by means of the artificial-nose and the conductivity-meter. *Int. Rhinology* 5, 1, 83.
- Nakano, T. (1970): Induced volume changes of the turbinates. *Int. Rhinology* 8, 1, 44.
- Nolte, D. en W. T. Ulmer (1966): Measurement of nasal resistance with the whole body plethysmograph. *Med. Thorac.* 23, 349.
- Nolte, D. e.a. (1967): Der Strömungswiderstand der Nase. *Arch. klin. exp. Ohr. Nas. u. Kehlk. hk.* 188, 408.
- Nolte, D. (1972): Bodyplethysmographische Messungen von Nasen- und Bronchialwiderstand. *Med. Mschr.* 26, 6, 261.
- Nolte, D. en I. Lüder-Lühr (1973): Comparing measurements of nasal resistance by body plethysmography and by rhinomanometry. *Respiration* 30, 31.
- Nolte, D. en H. Sauer (1973): Bodyplethysmographische Messungen des Nasenwiderstandes vor und nach Applikation einer Schleimhautabschwellenden Substanz. *Arch. klin. exp. Ohr. Nas. u. Kehlk. hk.* 203, 208.
- Noonan, J. A. (1965): Reversible cor pulmonale due to hypertrophied tonsils and adenoids; studies in two cases. *Circulation, Suppl.* 2, 164.
- Novomý, Z. (1975): Nasal passage and its racial characteristics in seaside tropical areas. *Ceskoslovenska Otolaryng.* 24, 2, 96.
- Ogura, J. H. e.a. (1964): Experimental observations of the relationships between upper airway obstruction and pulmonary function. *Ann. otol. rhinol. laryng.* 73, 381.
- Ogura, J. H. e.a. (1966): Nasal obstruction and the mechanics of breathing. *Arch. Otolaryng.* 83, 135.
- Ogura, J. H. e.a. (1968): Nasal surgery, physiological considerations of nasal obstruction. *Arch. Otolaryng.* 88, 288.
- Ogura, J. H. (1970): Physiologic relationships of the upper and lower airways. *Ann. otol. rhinol. laryng.* 79, 495.
- Ogura, J. H. en J. E. Harvey (1971): Nasopulmonary mechanics – experimental evidence of the influence of the upper airway upon the lower. *Acta Otolaryngol.* 71, 123.
- Ogura, J. H. e.a. (1973): Relationship between pulmonary resistance and changes in arterial blood gas tension in dogs with nasal obstruction, and partial laryngeal obstruction. *Ann. otol. rhinol. laryng.* 82, 668.
- Ohnishi, T. en J. H. Ogura (1969): Partitioning of pulmonary resistance in the dog. *Laryngoscope* 79, 1847.
- Ohnishi, T. e.a. (1972): Effects of nasal obstruction upon the mechanics of the lung in the dog. *Laryngoscope* 82, 712.
- Osterwald, L. (1972): Wirkung eines Broncholyticum auf den Nasenwiderstand. *Med. Mschr.* 26, 7, 328.
- Pauite, R. E. (1961): The retention of gases and particles in the human nose. In: *Inhaled particles and vapours*, Pergamon, Oxford.
- Pavlík, I. (1973): Examination of functional capacity of nasal cavity and its significance. *Cas. Lék. ces.* 112, 1255.
- Pelikan, Z. e.a. (1977): Response of the nasal mucosa to allergen challenge measured by two different methods of rhinomanometry. *Ann. Allerg.* 38, 4, 263.
- Perks, E. R. en L. Rozner (1964): A method of measuring nasal obstruction. *Arch. Otolaryng.* 80, 200.
- Podoshin, L. e.a. (1974): Septal surgery and improvement of respiratory function. *Rhinology* 12, 2, 55.
- Polgar, G. en G. P. Kong (1965): The nasal resistance of newborn infants. *J. Pediat.* 67, 4, 557.
- Principato, J. J. en J. M. Ozenberger (1970): Cyclical changes in nasal resistance. *Arch. Otolaryng.* 91, 71.
- Proctor, D. F. e.a. (1969): The nose and man's atmospheric environment. *Arch. Environ. Health* 18, 671.
- Proetz, A. W. (1941): *Essays on the applied physiology of the nose*. Annals Publ. Co., St. Louis.
- Proetz, A. W. (1953): Respiratory air currents and their clinical aspects. *J. Laryng.* 67, 1.
- Quanjor, Ph. H. (1971): Plethysmographic evaluation of airway obstruction. Proefschrift, Groningen.
- Ramey, J. A. e.a. (1971): Positive pressure passive rhinomanometry, the influence of position on nasal airway conductivity. *Int. Rhinology* 9, 136.
- Rao, S. en A. Potdar (1970): Nasal air flow with body in various positions. *J. Appl. Physiol.* 28, 162.
- Rattenborg, C. (1961): Laryngeal regulation of respiration. *Acta anaesth. Scand.* 5, 129.
- Richerson, H. B. en P. M. Seeborn (1968): Nasal airway response to exercise. *J. Allerg.* 41, 269.
- Rohrer, F. (1915): Der Strömungswiderstand in den menschlichen Atemwegen und der Einfluss der unregelmässigen Verzweigung des Bronchialsystems auf den

Atmungsverlauf in verschiedenen Lungenbezirken. *Pflüger's Arch. ges. Physiol.* 162, 225.

Runderantz, H. (1964): Posture and congestion of nasal mucosa in allergic rhinitis. *Acta Otolaryngol.* 58, 283.

Runderantz, H. (1969): Postural variations of nasal patency. *Acta Otolaryngol.* 68, 435.

Runderantz, H. (1971): The effects of position change on nasal patency. *Int. Rhinology* 9, 127.

Salman, S. D. e.a. (1971): Nasal resistance: description of a method and effects of temperature and humidity changes. *Ann. otol. rhinol. laryng.* 80, 736.

Scheideler, J. (1939): Die Messung der absoluten Luftdurchgängigkeit der menschlichen Nase. *Arch. klin. exp. Ohr. Nas. u. Kehlk. hk.* 146, 170.

Schumann, K. (1973): Ueber ein neuartiges Verfahren zur Bestimmung des Strömungswiderstandes der Nase. *Arch. klin. exp. Ohr. Nas. u. Kehlk. hk.* 203, 325.

Schumann, K. (1975): Vergleichende Nasenwiderstandsmessungen mit der posterioren Rhinomanometrie der Körperplethysmographie und der computergesteuerten Wechseldruckmethode. *H.N.O.* 23, 24.

Schumann, K. en W. Mann (1975): The indirect measurement of nasal airway resistance. *Rhinology* 13, 173.

Seebohm, P. M. en W. K. Hamilton (1958): A method for measuring nasal resistance without intranasal instrumentation. *J. Allerg.* 29, 56.

Semerák, A. von (1958): Objektive Beurteilung der Nasendurchgängigkeit. *Zschr. Laryng. Rhinol. Otol.* 37, 248.

Serger, A. (1947): L'inclination de l'orifice narinaire comme cause de l'insuffisance respiratoire. *Acta Otolaryngol.* 35, 565.

Serger, A. (1952): Ueber die Beeinflussung der Bronchien von der Nase aus. *Arch. klin. exp. Ohr. Nas. u. Kehlk. hk.* 161, 264.

Simon, H. en H. Schmidt-Kloiber (1969): Messung der Volumsänderung im Nasenraum durch Resonanz. *Mschr. Ohrenkh.* 103, 325.

Simon, H. en H. Schmidt-Kloiber (1971): Messung des Schwellungszustandes der menschlichen unteren Nasenmuschel durch Lichtabsorption. *Mschr. Ohrenkh.* 105, 204.

Slocum, C. W. e.a. (1976): Arterial blood gas determination in patients with anterior packing. *Laryngoscope* 81, 869.

Solomon, W. R. e.a. (1965): Measurement of nasal airway resistance. *J. Allerg.* 36, 62.

Solomon, W. R. en A. W. Stohrer (1965): Considerations in the measurements of nasal patency. *Ann. otol. rhinol. laryng.* 74, 978.

Soubeyrand, L. (1963): Action des médicaments vasomoteurs sur le cycle nasal et la fonction ciliaire. *Rev. Laryng.* 84, 594.

Speizer, F. E. en N. R. Frank (1964): A technique for measuring nasal and pulmonary flow resistance simultaneously. *J. Appl. Physiol.* 19, 176.

Speizer, F. E. en N. R. Frank (1966): The uptake and release of SO₂ by the human nose. *Arch. Environ. Health* 12, 725.

Spiess, G. (1900): Die Untersuchungsmethode der Nase und ihren Nebenhöhlen. *Heymann's Handb. d. Laryng. u. Rhin.* 3, 1, 215, geciteerd door Feenstra (1972) en Guillemin e.a. (1961).

Spoor, A. (1967): On the nasal conductivity. *Pract. oto-rhino-laryng.* 29, 315.

Sternberg, H. (1925): Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Schleimhaut der Luftwege. *Z. Hals Nas. Ohr. hk.* 12, 340.

Sternstein, H. J. (1937): Nasal obstruction in the adult. A quantitative study. *Arch. Otolaryng.* 25, 442.

Sternstein, H. J. (1941): Quantitative effects of physical and chemical agents on the erectile tissue response in the nose. *Arch. Otolaryng.* 34, 523.

Stoksted, P. (1952): The physiologic cycle of the nose under normal and pathological conditions. *Acta Otolaryngol.* 42, 175.

Stoksted, P. (1953): Rhinometric measurements for determination of the nasal cycle. *Acta Otolaryngol. Suppl.* 109, 159.

Stoksted, P. en J. Zeiler Nielsen (1957): Rhinomanometric measurements of the nasal passage. *Ann. otol. rhinol. laryng.* 66, 187.

Stoksted, P. (1970): Rhythm of the turbinates. *Int. Rhinology* 8, 28.

Takagi, Y. e.a. (1969): Effects of cold air and carbon dioxide on nasal air flow resistance. *Ann. otol. rhinol. laryng.* 78, 40.

Tatum, A. L. (1923): The effect of deficient and excessive pulmonary ventilation on nasal volume. *Am. J. Physiol.* 65, 229.

Taylor, G. en P. R. Shivalkar (1971): Changes in nasal airways resistance on antigenic challenge in allergic rhinitis. *Clin. Allergy* 1, 63.

Taylor, G. e.a. (1973): Assessing degree of nasal patency by measuring peak expiratory flow rate through the nose. *J. Allergy Clin. Immunol.* 52, 4, 193.

Togawa, K. en J. H. Ogura (1966): Physiologic relationships between nasal breathing and pulmonary function. *Laryngoscope* 76, 30.

Tomori, Z. en J. G. Widdicombe (1969): Muscular bronchomotor and cardiovascular reflexes elicited by mechanical stimulation of the respiratory tract. *J. Physiol.* 200, 25.

Tschallussow, M. A. (1913): Die Innervation der Gefäße der Nasenschleimhaut. *Pflüger's Arch. Physiol.* 151, 523, geciteerd door Simon en Schmidt-Kloiber (1971).

Uddströmer, M. (1940): Nasal respiration. A critical survey of some current physiological and clinical aspects of the respiratory mechanism with a description of a new method of diagnosis. *Acta Otolaryngol. Suppl.* 42.

Unno, T. e.a. (1968): The effect of nasal obstruction on pulmonary, airway and tissues resistance. *Laryngoscope* 78, 119.

- Vooren, P. H.* (1976): Meting van de ademweerstand met de interruptiemethode. Proefschrift, Leiden.
- Warren, D. W. e.a.* (1974): Effect of restorative procedures on the nasopharyngeal airway in cleft palate. *Cleft Palate J.* 11, 367.
- Whicker, J. H. en E. B. Kern* (1973): The nasopulmonary reflex in the awake animal. *Ann. otol. rhinol. laryng.* 82, 355.
- Whicker, J. H. e.a.* (1978): Nasopulmonary reflex: evaluation in the nonparalyzed and paralyzed anesthetized dog. *Ann. otol. rhinol. laryng.* 87, 91.
- Williams, H. L.* (1968): The history of rhinometry in North America. *Int. Rhinology* 6, 34.
- Williams, H. L.* (1972): A consideration of the relation of the mechanics of nasal air-flow to the functions of the nose in respiration. *Rhinology* 10, 145.
- Wit, G. de* (1964): De verstopte neus. *Ned. T. Geneesk.* 108, 5, 193.
- Wit, G. de e.a.* (1965): Some remarks on the physiology, the anatomy and the radiology of the vestibulum and the isthmus nasi. *Int. Rhinology* 3, 37.
- Wit, G. de* (1973): The function of the nose in the aerodynamics of respiration. *Rhinology* 11, 59.
- Zwaardemaker, H.* (1889): Adembeslag als diagnosticum der nasale stenose. *Ned. T. Geneesk.* 25, 2, 297.

Stellingen

1. De doorgankelijkheid van de neus is een voorwaarde voor het functioneren ervan. Bij dysfunctioneren vormt de mate van doorgankelijkheid slechts een deelaspect met beperkte betekenis.
2. Aan elke methode om de neusweerstand te berekenen kleven bezwaren.
3. Een normale doorgankelijkheid van de neus bestaat niet.
4. De vullingsgraad van de submuceuze vaatplexus in de neus kan indirect worden beïnvloed door operatieve ingrepen aan de neus.
5. Het genetisch onderzoek naar doofheid en slechthorendheid kan in Nederland niet goed van de grond komen, tenzij een centrale registratie van gehoorstoornissen wordt ingesteld.
6. Het gebruik van calcium trifosfaat als bot vervangend materiaal berust op het gezonde uitgangspunt om te trachten biomaterialen samen te stellen, die enige gelijkenis vertonen met botweefsel.
7. Vooralsnog dient de toepassing van chemotherapie bij patiënten met een plaveiselcelcarcinoom, uitgaande van het slijmvlies in het hoofd-halsgebied, uiterst selectief en terughoudend te gebeuren.
8. Posterior choanaalatresie vormt een onderdeel van andere afwijkingen in het aangezichtsskelet.
9. Zonder kaakorthopedisch advies mag de indicatie tot kaakchirurgische osteotomie niet gesteld worden.
10. Bij het gebruik van de termen „objectief” en „subjectief” in de geneeskunde gaat men er veelal van uit dat de arts „objectiever” waarneemt dan de patiënt. Dit is op zijn minst twijfelachtig.

Nu door een recente wetswijziging lectoren tot hoogleraren zijn vermeld is behoefte ontstaan aan een nieuwe titulatuur voor diegenen, die aanvankelijk echte professoren waren. Deze wetswijziging vormt tevens een precedent, waardoor andere categorieën niet achter mogen blijven: zo zal b.v. doctorandus doctor moeten worden.

Het verdient aanbeveling het aantal skiliften in de Alpen niet verder uit te breiden.

Stellingen behorende bij het proefschrift van
K. Graamans
Amsterdam, 16 april 1980