

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA : CLÍNICA MÉDICA**

**ESTUDOS DE ESTRUTURA E FUNÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL
CONTRIBUIÇÃO DAS TÉCNICAS DE RINOMETRIA ACÚSTICA E RINOMANOMETRIA**

RENATO ROITHMANN

**ORIENTADOR: PROF. SÉRGIO SALDANHA
MENNA BARRETO**

**Tese de Doutorado apresentada
ao Curso de Pós-Graduação em
Medicina: Clínica Médica, para
obtenção do título de Doutor
em Medicina.**

PORTO ALEGRE

1997

Ficha Catalográfica

R741e Roithmann, Renato

Estudos de estrutura e função da área da válvula nasal
contribuição das técnicas de rinometria acústica e
rinomanometria / Renato Roithmann ; orient. Sérgio
Saldanha Menna Barreto. - Porto Alegre: UFRGS, 1997.
131 f. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio
Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Curso de Pós-
Graduação em Medicina Clínica Médica.

1. Válvula nasal. 2. Anatomia. 3. Fisiologia. 4.
Rinometria acústica. 5. Rinomanometria. I. Menna Barreto,
Sérgio Saldanha. II. Título.

C.D.D. 612.2

C.D.U. 612.2

MED
T
WA100 R741e 1997

05907450

[000601687] Roithmann, Renato. Estudos de
estrutura e função da área da válvula nasal.
1997. 131 f.

À minha mãe, Adélia, e à memória de meu pai, Rubens, que, com respeito, amor e devoção ao trabalho, permitiram tornar-me médico.

À minha mulher, Marcela, e às minhas filhas, Camila e Rafaela, que, por suas inspirações, estímulo e amor, me ajudaram a concluir esta etapa e a continuar sonhando a cada dia que passa.

Ao Prof. Dr. Philip Cole, um exemplo de pesquisador, que, com sua inteligência, companheirismo e simplicidade, ajudou a transformar este sonho em realidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Sérgio Menna Barreto, Professor Titular de Medicina Interna da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo acolhimento no meu retorno a Porto Alegre, pela confiança depositada e pela orientação segura, objetiva e amigável.

Ao Prof. Dr. Noe Zamel, Professor de Medicina da Universidade de Toronto e Diretor dos Laboratórios de Fisiologia Pulmonar da Universidade de Toronto, por ter me aberto as portas do Canadá, pelo exemplo de pesquisador e pelo constante incentivo no desenvolvimento de todo o trabalho, mas, sobretudo, pela confiança depositada e fiel amizade.

Ao Prof. Dr. Arnold M. Noyek, Professor de Otorrinolaringologia e Radiologia da Universidade de Toronto, Chefe do Departamento de Otorrinolaringologia do Mount Sinai Hospital, Toronto, Canadá e Diretor Executivo do Isabel Silverman Canada-International Scientific Exchange Program (CISEPO), pelas oportunidades e inestimável colaboração no desenvolver deste trabalho, e, em particular, pelo exemplo de honestidade, liderança, lealdade e fidelidade.

Ao Prof. Dr. Jerry Chapnik, Professor de Otorrinolaringologia da Universidade de Toronto, Diretor do Saul A. Silverman Nasal Laboratory, Mount Sinai Hospital, Toronto, Canadá, não só pelo incentivo e colaboração diária na realização deste trabalho, como também pelas tantas demonstrações de amizade.

Ao Prof. John Paul Szalai, Professor do Departamento de Bioestatística e Epidemiologia Clínica da Universidade de Toronto, Canadá, pela assessoria no tratamento estatístico dos dados.

Ao Prof. Dr. Victor Hoffstein, Professor do Departamento de Medicina da Universidade de Toronto, Canadá, pelos ensinamentos básicos sobre a técnica de reflexão acústica e orientação no desenvolver deste trabalho.

Aos técnicos dos Laboratórios de Fisiologia Pulmonar do Mount Sinai Hospital e do Toronto General Hospital, pela eficiência, companheirismo e amizade diários, fundamentais para a elaboração, execução e conclusão desta tese.

À Saul A. Silverman Family Foundation e à Latner Family Trust/Dynacare, Toronto, Canada, e ao Isabel Silverman Canada-International Scientific Exchange Program (CISEPO), por terem propiciado os meios para a concretização desta pesquisa e também pelas oportunidades criadas para sua divulgação no Canadá e internacionalmente.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - do Ministério da Educação e do Desporto e ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de Doutorado.

Ao Hood Laboratories, Pembroke, MA, pela manutenção do aparelho de rinometria acústica do Hospital Mount Sinai, Toronto, Canadá, e por todo o apoio e assessoria técnica prestados durante a execução deste estudo.

À CNS, Inc., Chanhassen, MN, pela concessão das dezenas de dilatadores nasais externos utilizados durante a realização desta investigação.

“Válvula. [do lat. valvula]” - ... 2. dispositivo que fecha por si, hermeticamente, um tubo. ... 4. nos vasos e condutos do corpo, qualquer dobra membranosa que obsta o refluxo dos líquidos ou de outras matérias, ou **tem por função retardar ou modificar o curso do material com que entra em contato.** ... 7. acessório de máquina ou de rede de instalação de máquinas, **destinado a interromper ou a controlar o fluxo de fluido (água, vapor, ar, etc...) que nelas trabalha.**

NOVO DICIONÁRIO DA LÍNGUA PORTUGUESA, 1986.
AURÉLIO BUARQUE DE HOLANDA FERREIRA.

SUMÁRIO



Pág.

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

RESUMO

SUMMARY

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - ÁREA DA VÁLVULA NASAL	1
1.1.1 - CONCEITO	1
1.1.2 - HISTÓRICO	4
1.1.3 - RELEVÂNCIA FISIOLÓGICA	8
1.1.4 - MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	11
1.1.4.1 - Inspeção	11
1.1.4.2 - Teste de Cottle	12
1.1.4.3 - Rinomanometria	13
1.1.4.4 - Imagem	17
1.1.5 - PATOLOGIA	18
1.2 - RINOMETRIA ACÚSTICA	21
1.2.1 - CONCEITO	21
1.2.2 - HISTÓRICO	22
1.2.2.1 - Reflexão Acústica e Faringe	24
1.2.2.2 - Reflexão Acústica e Glote	24
1.2.2.3 - Reflexão Acústica e Traquéia	25
1.2.2.4 - Reflexão Acústica e Nariz	25

	Pág.
1.2.3 - EQUIPAMENTO	31
1.2.4 - VALIDAÇÃO	38
1.2.5 - SUPOSIÇÕES TEÓRICAS E LIMITAÇÕES	42
1.2.6 - ESTUDOS DA FISILOGIA NASAL	44
1.2.7 - ESTUDOS CLÍNICOS	48
1.3 - RINOMETRIA ACÚSTICA E ÁREA DA VÁLVULA NASAL	53
1.4 - JUSTIFICATIVA DOS ESTUDOS	57
2 - OBJETIVOS	59
2.1 - OBJETIVO GERAL	59
2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	59
2.3 - HIPÓTESES OPERACIONAIS	60
3 - ESTUDO I - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA GEOMETRIA E FUNÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL NORMAL OU COLAPSADA	61
3.1 - MATERIAL E MÉTODOS	61
3.2 - RESULTADOS	73
4 - ESTUDO II - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA OBSTRUÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL POR DESVIO DE SEPTO OU CONGESTÃO DE MUCOSA	83
4.1 - MATERIAL E MÉTODOS	83
4.2 - RESULTADOS	88
5 - DISCUSSÃO	98
5.1 - ESTUDO I - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA GEOMETRIA E FUNÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL NORMAL OU COLAPSADA	98

	Pág.
5.2 - ESTUDO II - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA OBSTRUÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL POR DESVIO DE SEPTO OU CONGESTÃO DE MUCOSA	111
6 - CONCLUSÕES	117
6.1 - ESTUDO I - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA GEOMETRIA E FUNÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL NORMAL OU COLAPSADA	117
6.2 - ESTUDO II - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA OBSTRUÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL POR DESVIO DE SEPTO OU CONGESTÃO DE MUCOSA	118
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1 - Válvulas nasais normais : área de secção transversal mínima (ATM), distância da narina da ATM e resistência nasal	74
TABELA 2 - Volume nasal em cavidades nasais normais	77
TABELA 3 - Válvulas nasais colapsadas : área de secção transversal mínima (ATM), distância da narina da ATM e resistência nasal	80
TABELA 4 - Volume nasal em cavidades nasais pós-rinoplastia estética	82
TABELA 5 - Distribuição dos participantes em cada grupo de acordo com idade e sexo	89
TABELA 6 - Área de secção transversal mínima em cavidades nasais normais, com desvio de septo e com congestão de mucosa	89
TABELA 7 - Resistência nasal em cavidades nasais normais, com desvio de septo e com congestão de mucosa	90
Tabela 8 - Volume nasal em cavidades nasais com desvio de septo na área da válvula nasal	93
TABELA 9 - Volume nasal em cavidades nasais com congestão de mucosa na área da válvula nasal	96

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1.A - Área da válvula nasal - secção coronal - reproduzido com permissão de Otolaryngol Clin North Am 1987;20:702. (3)	2
FIGURA 1.B - Área da válvula nasal - vista lateral	2
FIGURA 2.A e 2.B - Teste de Cottle - reproduzido com permissão de Otolaryngol Clin North Am 1987;20:705. (3)	12
FIGURA 3 - Gráfico de áreas em função da distância da narina em cavidade nasal normal - reproduzido com permissão de Laryngoscope 1989;99:1182. (94)	26
FIGURA 4.A - Gráfico de áreas em função da distância da narina em cavidades nasais normais: padrão W ascendente - reproduzido com permissão de Rhinology 1990;28:10. (95)	29
FIGURA 4.B - Gráfico de áreas em função da distância da narina em pacientes com hipertrofia de corneto nasal inferior: padrão W descendente - reproduzido com permissão de Rhinology 1990; 28:11. (95)	29
FIGURA 5 - Primeiro equipamento de rinometria acústica utilizado - reproduzido com permissão de Rhinology 1993;31:58. (99)	32
FIGURA 6 - Adaptadores nasais anatômicos e não-anatômicos	33
FIGURA 7 - Equipamento de rinometria acústica moderno - reproduzido com permissão de Am J Rhinol 1996; 10:84. (124)	35
FIGURA 8 - Localização da área transversal mínima (ATM) antes e após a aplicação de descongestionante tópico na mucosa nasal - reproduzido com permissão de Rhinology 1991;29:46. (13)	54
FIGURA 9 - Escala análoga visual	63
FIGURA 10.A - Paciente em posição para a realização da rinometria acústica reproduzido com permissão de Laryngoscope 1995;105:276. (118)	66

	Pág.
FIGURA 10.B - Diagrama do equipamento de rinometria acústica - reproduzido com permissão de Laryngoscope 1995;105:277. (118)	66
FIGURA 11 - Paciente em posição para realização da rinomanometria computadorizada por intermédio de pletismógrafo de corpo inteiro reproduzido com permissão de J Bras Otorrinolaringol 1995;12:106. (37)	68
FIGURA 12.A - Dilatador nasal externo (<i>Breathe Right™, CNS, Inc., Chanhassen, Minneapolis</i>)	69
FIGURA 12.B - Mecanismo de ação do dilatador nasal externo	70
FIGURA 13 - Cavidades nasais normais : curvas habituais de área em função da distância da narina - (A) com e sem o dilatador nasal externo; (B) com e sem descongestionante tópico	75
FIGURA 14 - Válvula nasal normal ou colapsada:efeito do dilatador externo e do descongestionante na sensação de permeabilidade nasal	78
FIGURA 15 - Colapso de válvula nasal : curvas habituais de área em função da distância da narina - (A) com e sem o dilatador nasal externo; (B) com e sem o descongestionante tópico	81
Figura 16 - Efeito do dilatador externo e do descongestionante na sensação de permeabilidade nasal em indivíduos normais e em pacientes com desvio de septo ou congestão de mucosa	91
FIGURA 17 - Desvio de septo: curvas habituais de área em função da distância da narina: (A) antes e após a aplicação de descongestionante tópico; (B) com e sem o dilatador nasal externo	94
FIGURA 18 - Congestão de mucosa nasal : curvas habituais de área em função da distância da narina - (A) antes e após a aplicação de descongestionante tópico; (B) com e sem o dilatador nasal externo	97
FIGURA 19 - Efeito do dilatador nasal externo no volume nasal de cavidades nasais com válvulas normais ou colapsadas	101
FIGURA 20 - Limites da área da válvula nasal pela rinometria acústica	103
FIGURA 21 - Efeito do dilatador nasal externo e do descongestionante no volume nasal de cavidades com congestão de mucosa na área da válvula nasal	113

RESUMO

ESTUDO I - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA GEOMETRIA E FUNÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL NORMAL OU COLAPSADA

Este estudo teve como objetivos investigar, por rinometria acústica, a área da válvula nasal em indivíduos normais e em pacientes com insuficiência da válvula nasal pós-rinoplastia estética bem como o efeito de um dilatador nasal externo e de um descongestionante tópico nesses casos. Além da geometria nasal, foram avaliadas a resistência nasal ao fluxo aéreo e a sensação de permeabilidade nasal.

A amostra de válvulas nasais normais constitui-se de cavidades nasais de indivíduos sem queixa de obstrução nasal e com rinoscopia anterior e resistência nasal unilateral normal. A amostra de válvulas nasais obstruídas constitui-se de cavidades nasais de indivíduos com queixa de obstrução nasal pós-rinoplastia estética e com teste de Cottle positivo.

Todos os participantes foram testados antes e após a aplicação de um descongestionante nasal tópico e com e sem a aplicação de um dilatador nasal externo. Em 79 cavidades nasais normais, a área da válvula nasal mostrou dois sítios de constrição na rinometria acústica. O primeiro mediu $0,78 \text{ cm}^2$ e localizou-se a $1,18 \text{ cm}$ da narina. O segundo mediu $0,70 \text{ cm}^2$ e localizou-se a $2,86 \text{ cm}$ da narina. A aplicação do descongestionante tópico aumentou a área da segunda constrição ($p < 0,0001$) mas não da primeira. O dilatador externo aumentou a área de secção transversal nos dois sítios de constrição da válvula nasal normal ($p < 0,0001$). Os resultados em relação ao fluxo aéreo corresponderam às variações da geometria nasal, ou seja, ocorreu uma diminuição da resistência nasal com ambos - descongestionante tópico e dilatador externo. Os indivíduos notaram uma melhora na sensação de permeabilidade nasal tanto com a aplicação do descongestionante tópico como com o dilatador nasal externo.

Em 26 cavidades nasais com colapso pós-rinoplastia estética, apenas um sítio de constrição foi detectado pela rinometria acústica. O mesmo mediu $0,34 \text{ cm}^2$ a $2,55 \text{ cm}$ da narina e $0,4 \text{ cm}^2$ a $2,46 \text{ cm}$ da narina, respectivamente, antes e após a aplicação de um descongestionante nasal tópico. Não houve melhora na sensação de permeabilidade nasal com o descongestionante tópico. A aplicação do dilatador nasal externo aumentou a área de secção transversal mínima para $0,64 \text{ cm}^2$ ($p < 0,0001$), e houve marcado alívio sintomático.

Os resultados em relação a resistência nasal corresponderam às variações da geometria nasal, ou seja, ocorreu uma redução importante com a aplicação do dilatador externo ($p < 0,0001$) e uma menos expressiva redução com o descongestionante tópico ($p < 0,01$).

A partir da análise dos resultados, pudemos concluir que a área da válvula nasal em uma amostra de pacientes com obstrução nasal pós-rinoplastia estética é menor do que a verificada em uma amostra de indivíduos normais. A área da válvula nasal normal apresenta dois sítios de constricção, sendo o segundo, na cabeça do corneto inferior no orifício piriforme, o de menores dimensões transversais. A geometria e a função da área da válvula nasal encontram-se alteradas em pacientes com obstrução nasal pós-rinoplastia estética e teste de Cottle positivo, e a aplicação de um dilatador nasal externo é uma alternativa terapêutica eficaz nesses casos.

ESTUDO II - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA OBSTRUÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL POR DESVIO DE SEPTO OU CONGESTÃO DE MUCOSA

Este estudo teve como objetivo investigar o efeito do dilatador nasal externo em pacientes com obstrução nasal secundária a congestão de mucosa ou a desvio de septo nasal na área da válvula nasal. Rinometria acústica, rinomanometria e avaliação da sensação de permeabilidade nasal foram realizadas com e sem a aplicação de dilatador nasal externo e antes e após a aplicação de descongestionante nasal tópico.

A amostra de válvulas nasais normais constituiu-se de cavidades nasais de indivíduos sem queixa de obstrução nasal e com rinoscopia anterior e resistência nasal unilateral normal (resistência nasal unilateral após descongestionante tópico $< 0,35 \pm 0,05$ Pa/cm³/s). Pacientes com queixa de obstrução nasal e cavidades nasais com no mínimo 50% de bloqueio por desvio de septo na área da válvula nasal pela rinoscopia anterior e resistência nasal unilateral $> 0,4$ Pa/cm³/s constituíram o grupo com defeito estrutural (n=28). Pacientes com queixa de obstrução nasal e cavidades nasais com no mínimo 50% de bloqueio por congestão de mucosa pela rinoscopia anterior e resistência nasal unilateral $> 0,4$ Pa/cm³/s constituíram o grupo com defeito de mucosa (n=35).

O dilatador nasal externo produziu significativo aumento da área transversal mínima e diminuição da resistência nasal ao fluxo aéreo em todos os três grupos. O efeito foi mais expressivo no grupo de pacientes com obstrução da válvula nasal por desvio de septo ($p < 0,001$). As avaliações subjetivas da permeabilidade nasal refletiram as variações das aferições objetivas em todos os grupos, com exceção do grupo com congestão de mucosa nasal. Nesse grupo, apesar do aumento da área de secção transversal mínima e da diminuição da resistência nasal com a aplicação do dilatador nasal externo, não houve melhora na sensação de obstrução nasal. O dilatador não alterou o volume nasal nesses casos. O descongestionante tópico,

produziu além de aumento na área transversal mínima e redução na resistência, grande aumento no volume nasal, acompanhados de marcado alívio sintomático.

Os resultados deste estudo permitiram concluir que o dilatador nasal externo alivia a obstrução que ocorre secundária a desvio de septo na área da válvula nasal. Pacientes com obstrução nasal e congestão de mucosa na área da válvula nasal não parecem ser beneficiados com a aplicação desse dispositivo.

SUMMARY

STUDY I - THE EFFECT OF THE EXTERNAL NASAL DILATOR IN THE GEOMETRY AND FUNCTION OF HEALTHY OR COLLAPSED NASAL VALVE

The aims of this study were to assess nasal valve cross-sectional areas by acoustic rhinometry in healthy noses and in patients with nasal obstruction after rhinoplasty and to evaluate the effect of an external nasal dilator and a topical decongestant on both healthy and obstructive nasal valves.

Subjects consisted of (i) volunteers with no nasal symptoms, nasal cavities unremarkable to rhinoscopy and normal nasal resistance and (ii) patients complaining post-rhinoplasty nasal obstruction and a positive Cottle test.

All subjects were tested before and after topical decongestion of the nasal mucosa and with an external nasal dilator. In 79 untreated healthy nasal cavities the nasal valve area showed two constrictions on acoustic rhinometry: the proximal constriction averaged 0.78 cm² cross-section and was situated 1.18 cm from the nostril and the distal constriction averaged 0.70 cm² cross-section at 2.86 cm from the nostril. Mucosal decongestion increased cross-sectional area of the distal constriction significantly ($p < 0.0001$) but not the proximal. External dilation increased cross-sectional area of both constrictions significantly ($p < 0.0001$). Rhinomanometry results showed good correlation with cross-sectional area variation. Both decongestant and external dilator reduced the nasal resistance to airflow significantly. The majority of these subjects sensed an improvement in breathing with both decongestant and external dilator.

In 26 post-rhinoplasty obstructed nasal cavities, only a single constriction was detected, averaging 0.34 cm² cross-section at 2.55 cm from the nostril and 0.4 cm² at 2.46 cm from the nostril, before and after mucosal decongestion respectively. Patients did not sense an improvement of breathing with topical decongestion of the nasal mucosa. External dilation increased the minimum cross-sectional area to 0.64 cm² in these nasal cavities ($p < 0.0001$), and this produced a marked relief of nasal obstruction. A significant decrease in nasal resistance was verified with the application of the external dilator ($p < 0.0001$). Topical decongestant produced a significant ($p < 0.01$) but smaller decrease in nasal resistance than the external dilator in this group.

We concluded that the nasal valve area in patients with post-rhinoplasty nasal obstruction is significantly smaller than in healthy subjects as shown by acoustic rhinometry. The normal nasal valve showed two constrictions. The distal one, at the head of the inferior turbinate at the piriform orifice, was the place of the minimum cross-sectional area in healthy nasal cavities. The geometry and the function of the nasal valve were disturbed in patients with a positive Cottle test and post-rhinoplasty nasal obstruction. The external nasal dilator is an effective therapeutical approach in the management of nasal valve obstruction in these patients.

STUDY II - THE ROLE OF THE EXTERNAL NASAL DILATOR IN THE MANAGEMENT OF NASAL VALVE OBSTRUCTION BY SEPTAL DEVIATION OR MUCOSAL CONGESTION

The aim of this study was to evaluate the effect of an external nasal dilator in patients with nasal obstruction secondary to mucosal congestion or to septal deviation in the nasal valve area. Acoustic rhinometry and rhinomanometric nasal measurements were performed with and without the dilator and before and after topical decongestion of the nasal mucosa. A visual analog scale was employed to evaluate the subjective sensation of nasal obstruction.

Subjects consisted of (i) volunteers with no nasal symptoms, nasal cavities unremarkable to rhinoscopy and normal nasal resistance (unilateral nasal resistance after mucosal decongestion $< 0.35 \pm 0.05$ Pa/cm³/s) and (ii) structural abnormalities: nasal obstruction by anterior septal deviation with at least 50% of blockage and nasal resistance > 0.4 Pa/cm³/s and (iii) mucosal abnormalities: nasal obstruction by mucosal swelling with at least 50% of blockage and nasal resistance > 0.4 Pa/cm³/s.

Objective measurements showed that the external dilator increased the minimum cross-sectional area and decreased the nasal resistance significantly in all three groups. The effect was more impressive in patients with septal deviation ($p < 0.001$). Subjective assessments reflected patency in all subjects except those in the mucosal swelling group. In this group, the minimum cross-sectional area increased and the nasal resistance decreased with the external dilator, but the patients did not experienced an improvement in the sensation of nasal obstruction. The external nasal dilator did not change the nasal volume in patients with mucosal congestion. The decongestant produced not only an increase in the minimum cross-sectional area and a decrease in nasal resistance, but also a marked increase in the nasal volume that was followed by a significant relief of nasal obstruction in these patients.

We concluded that the external nasal dilator offers an effective therapeutic approach in the management of septal deviation that obstructs the nasal valve area. Patients with nasal obstruction secondary to mucosal congestion at the nasal valve area do not seem to be alleviated with the device.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - ÁREA DA VÁLVULA NASAL

1.1.1 - CONCEITO

A área da válvula nasal é composta por um segmento anterior, de forma triangular, delimitado lateralmente pelo bordo caudal da cartilagem lateral superior e medialmente pelo septo nasal. O ponto de encontro dos limites lateral e medial da entrada da área da válvula nasal forma um ângulo agudo com cerca de 10° a 15° no nariz leptorrino. Este segmento inicial é também chamado de *os internum*, *ostium internum*, *limen nasi*, área 2 de Cottle ou simplesmente de válvula nasal (1). A partir daí, a área da válvula estende-se em direção posterior e oblíqua rumo à cavidade nasal propriamente dita, mais especificamente, rumo ao orifício piriforme. Neste nível, em condições normais, encontra-se a cabeça do corneto inferior. Este segundo segmento da área da válvula nasal, ao nível do orifício piriforme, é também chamado de *istmus nasi* (figuras 1.A e 1.B).

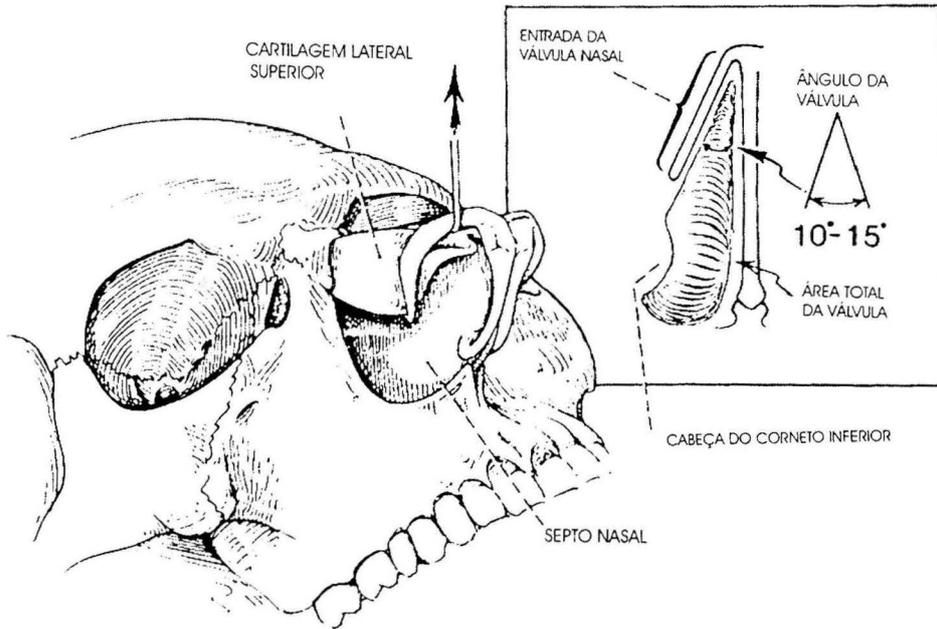


Fig. 1.A - Área da válvula nasal - secção coronal

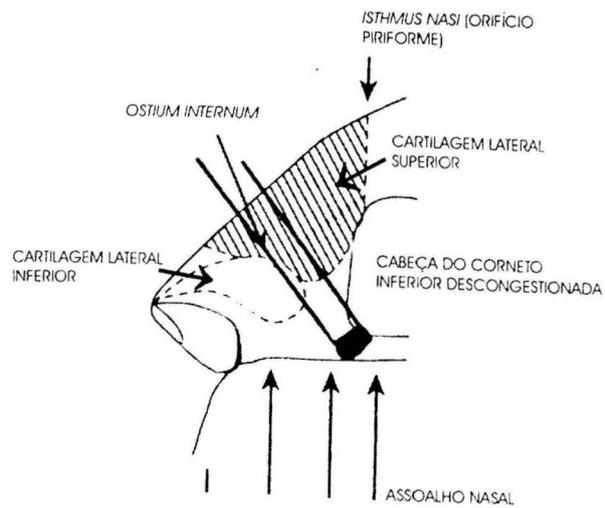


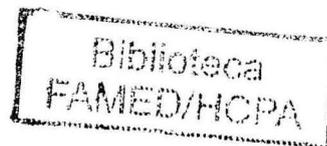
Fig. 1.B - Área da válvula nasal - vista lateral

A área da válvula nasal é, então, uma unidade anátomo-funcional composta por (1-3):

a) estruturas estáveis: septo nasal e osso piriforme;

b) estruturas complacentes: cartilagens lateral superior e inferior (alar) e tecidos moles subjacentes que variam de posição de acordo com suas constituições próprias, pressões respiratórias transmuralis e atividade muscular alar;

c) tecido erétil das paredes medial (corpo cavernoso do septo nasal) e lateral (cabeça do corneto inferior) do nariz, cujo volume é determinado pelo conteúdo dos respectivos vasos de capacitância.



1.1.2 - HISTÓRICO

A válvula nasal foi descrita por Mink (4), em 1903, como sendo a estreita abertura entre o bordo caudal da cartilagem lateral superior e o septo nasal. Em 1940, Uddströmer (5) demonstrou que 70 % da resistência nasal ocorriam ao nível da válvula nasal de Mink, no *ostium internum*, e os restantes 30%, na cavidade nasal propriamente dita. Van Dishoeck (6), em 1965, também localizou a válvula nasal no ângulo formado entre o limite das cartilagens laterais superior e inferior com o septo nasal. Por meio de estudos radiográficos e manométricos reconheceu, como Mink, ser este o sítio mais estreito e de maior resistência aérea nasal (*ostium internum ou limen nasi*).

Posteriormente, Bridger & Proctor (7,8) realizaram medições unilaterais de pressão e fluxo aéreo intranasais, por intermédio de um fino cateter inserido na cavidade nasal e de uma máscara facial, e concluíram ser a válvula nasal o sítio de maior resistência do nariz, na junção da cartilagem lateral superior e inferior e o orifício piriforme. Os autores denominaram esta região de segmento limitante do fluxo aéreo, a cerca de 0,5 cm - 1,0 cm posterior ao *ostium internum*, anteriormente descrito, e a 1.5 cm - 2.0 cm do orifício nasal externo, e verificaram existir íntima relação entre este segmento e a cabeça do corneto inferior.

A partir dos trabalhos desses dois pesquisadores, o conceito puramente anatômico da válvula nasal de Mink foi substituído por um conceito funcional,

reconhecendo-se ser este um segmento dinâmico de importância crucial na fisiopatologia da via respiratória.

Bachmann & Legler (9) estudaram as relações anatômicas do nariz anterior em moldes plásticos confeccionados a partir de cavidades nasais de seres humanos vivos e propuseram uma nova definição para a válvula nasal em 1972. Estes experimentos evidenciaram que a região mais estreita do nariz situava-se no orifício piriforme, no *istmus nasi* e não no sítio proposto por Mink e por Van Dishoeck. A proporção entre a área de secção trasnversal da narina externa, a do *ostium internum* e a do *istmus nasi* foi respectivamente de 1 - 1,4 - 0,7. Os autores sugeriram, a partir da análise das proporções do nariz anterior, que a área de maior importância no controle da resistência nasal é a que se encontra no *istmus nasi*, no orifício piriforme.

Haight & Cole (2) utilizaram um pletismógrafo de corpo inteiro para medir a resistência nasal a cada 1 cm a partir da entrada da narina. A técnica permitiu a análise da resistência nasal ao fluxo aéreo com menor risco de distorção do vestíbulo nasal comparado às medições que utilizavam máscaras faciais (10). O segmento de maior resistência ao fluxo aéreo localizou-se a 2,6 cm da narina externa, na cabeça do corneto inferior, na entrada da cavidade nasal propriamente dita. Os achados mostraram que o vestíbulo nasal contribui com apenas um terço da resistência nasal total, enquanto os outros dois terços são gastos na cavidade nasal propriamente dita, principalmente nas proximidades do orifício piriforme. O estudo também evidenciou

que a resistência ao fluxo aéreo na região do vestíbulo nasal não foi constante e variou de acordo com o grau de congestão da cabeça do corneto inferior.

Jones et al. (11) compararam as alterações na resistência nasal em pacientes submetidos a turbinectomia total ou da porção anterior do corneto inferior. Ambos os grupos mostraram diminuição expressiva da resistência aérea nasal 2 meses após a cirurgia, respectivamente de 39% e de 37%, não tendo sido significativa a diferença entre eles. Os resultados substanciaram os achados de estudos prévios que localizaram o sítio de maior resistência nasal ao nível da cabeça do corneto inferior, na região do orifício piriforme.

Mais recentemente, Hirschberg et al. (12) reavaliaram a distribuição da resistência nasal ao fluxo aéreo na cavidade nasal de indivíduos normais. O sítio de maior resistência localizou-se nos dois primeiros centímetros da cavidade nasal, representando 56% da resistência nasal total em condições basais. Com a aplicação de vasoconstritor tópico, este segmento passou a representar 88% da resistência nasal total.

O deslocamento em sentido anterior do sítio de maior resistência nasal com a aplicação de descongestionante tópico, foi confirmado por observações recentes propiciadas pela técnica de rinometria acústica (13). Grymer et al. (13) estudaram a área de secção transversal mínima de indivíduos normais por rinometria acústica, em condições basais e após o uso de descongestionante tópico. Em condições basais, essa área localizou-se no orifício piriforme a 2,23 cm da narina. Após a aplicação do

descongestionante, houve uma migração anterior da área de secção transversal mínima para 1,53 cm da narina, para o *ostium internum* ou válvula nasal original de Mink.

Diferenças na estrutura do vestíbulo nasal e da área da válvula nasal em função da raça dos seres humanos foram descritas por Cottle em 1955 (14). A narina dos brancos (leptorrinos) apresenta como maior diâmetro o vertical, ao passo que nos negros (platirrininos) o maior diâmetro é o horizontal. Bridger (7) sugeriu que, nos caucasianos, o principal sítio de resistência nasal localiza-se na entrada da válvula nasal e, nos negros, na cabeça do corneto inferior. Calhoun et al. (15) também confirmaram a existência de diferenças na configuração do vestíbulo nasal entre brancos e negros. Contudo não observaram diferenças significativas na resistência nasal entre os grupos. Morgan et al. (16) confirmaram, com rinometria acústica, que existem importantes diferenças nas dimensões nasais de caucasianos, negros e orientais.

Okhi et al. (17) mostraram que, apesar das diferentes configurações da forma do nariz, o efeito de descongestionante tópico sobre a resistência nasal em brancos e negros é o mesmo.

1.1.3 - RELEVÂNCIA FISIOLÓGICA

O vestíbulo nasal resiste a pressões negativas durante a respiração normal por suas estruturas de sustentação. Cartilagens, músculos e outros tecidos moles que compõem a área da válvula nasal impedem o colapso da mesma em situações normais de demanda respiratória. Em inspiração forçada por uma narina, a cartilagem lateral superior se desloca em direção ao septo nasal, reduzindo a área da válvula a um pequeno orifício. A partir de um determinado nível de pressão intranasal, o fluxo aéreo não aumenta mais e passa a ser constante (30 l/s). Ao documentar este fenômeno, Bridger & Proctor (7,8) mostraram que a cavidade nasal apresenta um segmento limitante de fluxo aéreo que resiste ao colapso e compararam a válvula nasal a um resistor do tipo Starling (tubo semi-rígido com um pequeno segmento complacente).

Em indivíduos normais, em repouso, a área da válvula nasal é responsável por aproximadamente 50% da resistência ao fluxo aéreo de toda a via respiratória e representa o sítio mais comum de obstrução nasal (18,19).

Bachmann & Legler (9) mostraram que a área da válvula nasal tem duas funções básicas: (a) determinar a direção do fluxo aéreo, o que ocorre no *ostium internum* e (b) determinar a resistência nasal ao fluxo aéreo, o que ocorre principalmente no *istmus nasi* no orifício piriforme.

Hinderer (20) sugeriu que a válvula nasal regula a forma, a velocidade, a direção e a resistência das correntes inspiratórias de ar. Ao passar por ela, o ar ambiente, que tem características laminares, torna-se turbulento. A turbulência do fluxo aéreo é essencial para o condicionamento efetivo do ar respirado, como aquecimento, humidificação e purificação que ocorrem na cavidade nasal propriamente dita e no restante da via aérea superior (21-24). Essa turbulência tem também função relacionada ao olfato (18).

Haight & Cole (2) confirmaram o colapso da válvula nasal quando o indivíduo realiza inspiração forçada por somente uma narina. Contudo, quando a respiração é feita pelas duas narinas simultaneamente, a tendência ao colapso é amenizada, pois são geradas menores pressões transnasal e transmural. Neste caso, o vestíbulo nasal se mantém permeável pela rigidez das cartilagens alares e pela atividade fásica da musculatura alar. Estas estruturas resistem às pressões inspiratórias transmurais que tendem a produzir colapso. Daí a importância de respeitar o arcabouço cartilaginoso e as ligações dos músculos dilatador das alares em cirurgias nasais.

O bloqueio anestésico bilateral do nervo facial elimina a função anticolapso da musculatura alar (2). Colapso inspiratório alar unilateral em um paciente com paralisia facial foi inicialmente demonstrado por Van Dishoeck (25), em 1937, que nessa época já ilustrava a importância do arcabouço de sustentação da região da válvula nasal.

Haight & Cole (2) também evidenciaram que a maior parte da resistência nasal ocorre no orifício piriforme na entrada da cavidade nasal propriamente dita. Isto protege o nariz normal de colapsar, pois as pressões negativas intra e transmuralis nesse nível são contrabalançadas pelo arcabouço rígido da cavidade nasal propriamente dita. Outro aspecto importante a ser considerado é que, quando a ventilação excede 35 l/min, os indivíduos em geral assumem respiração bucal, o que reduz em cerca de 50% a resistência nasal e a tendência ao colapso (26).

1.1.4 - MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

1.1.4.1 - INSPEÇÃO

A introdução de instrumentos no vestíbulo nasal para rinoscopia pode provocar a distorção deste segmento e induzir a falsas impressões a respeito da estrutura e função da área da válvula nasal (18). Contudo a inspeção visual com iluminação adequada, após a elevação cautelosa da ponta nasal com o dedo polegar, permite a formação de impressões subjetivas sobre a estrutura da área da válvula nasal. Nos homens, muitas vezes é necessário cortar os pêlos (vibrissas) do vestíbulo nasal para permitir o exame deste segmento anterior do nariz.

A simples inspeção das estruturas que compõem a área da válvula nasal, enquanto o indivíduo respira pelo nariz, em condições normais e em inspiração forçada, pode revelar a presença de patologia e disfunção nesta região. Exemplos são os desvios anteriores e caudais do septo nasal, o colapso inspiratório das cartilagens alares, o pinçamento das cartilagens laterais superiores e as aderências ou as retrações cicatriciais dos revestimentos muco-cutâneos da região.

Hardcastle et al. (27) mostraram que ocorre importante variabilidade na interpretação dos achados da rinoscopia entre dois ou mais observadores. Os autores sugerem a utilização de apenas um observador em estudos clínicos que avaliam subjetivamente a cavidade nasal, antes e após intervenções.

1.1.4.2 - TESTE DE COTTLE

O teste de Cottle consiste na tração manual da bochecha lateralmente enquanto o paciente respira pelo nariz (28). Esta manobra abre a região da válvula nasal e o paciente é questionado em relação ao alívio do sintoma de obstrução nasal (figuras 2.A e 2.B). O teste é considerado positivo, indicando disfunção da área da válvula nasal, caso o paciente refira alívio do sintoma, e negativo quando o paciente não nota melhora durante a manobra. O resultado pode ser falso-negativo quando a válvula nasal está com a complacência diminuída por retrações cicatriciais, aderências ou deslocamento medial do processo frontal da maxila secundário à rinoplastia. Outra limitação decorre do fato de a manobra depender de impressões subjetivas do paciente em relação ao sintoma.

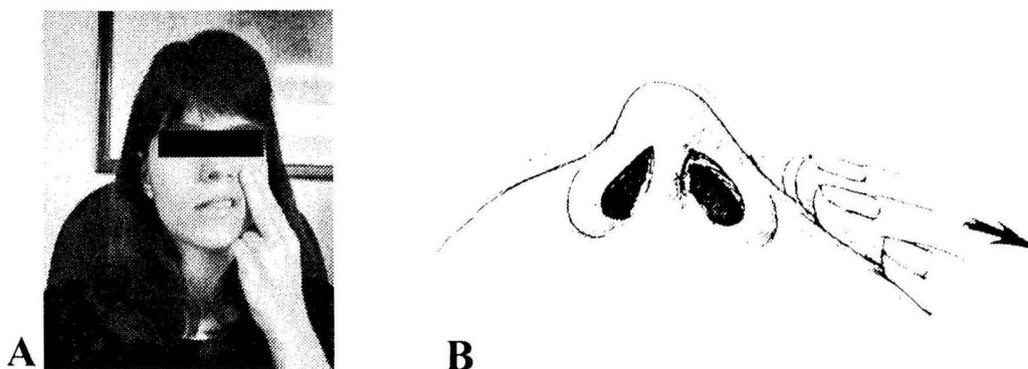


Fig. 2. A e 2.B - Teste de Cottle

1.1.4.3 - RINOMANOMETRIA

A rinomanometria é um teste aerodinâmico que quantifica a resistência ao fluxo aéreo, ou seja, quão difícil é respirar pelo nariz. De acordo com o Comitê Internacional de Avaliação Objetiva da Via Aérea (29), a resistência nasal deve descrever medições consecutivas de fluxo aéreo e pressão transnasal ($R_n = DP/V$) e ser expresso em Pascal/cm³/segundo (Pa/cm³/s).

O estudo da resistência nasal tem proporcionado importantes contribuições ao conhecimento da fisiopatologia nasal respiratória (2,7,30-32). Além do valor experimental, a rinomanometria reforça os achados clínicos de rotina, podendo evitar tratamento inapropriado em alguns casos (18,33-35). Outras aplicações incluem avaliação pré e pós-operatória de cirurgia nasal, documentação médico-legal e testes de provocação nasal (18,36,37).

A rinomanometria pode detectar alterações de fluxo aéreo decorrentes de variações no lúmen nasal, especialmente na área da válvula, que podem não ser evidentes ao exame rinoscópico habitual (18). A rinoscopia anterior, usualmente, promove distorção do vestíbulo nasal e tende a mascarar pequenas alterações na área da válvula nasal. Este fato pode ter importantes repercussões visto que variações de até 1 mm na área da válvula nasal produzem aumentos exponenciais na resistência nasal (31,32). Mais ainda, o colapso da válvula nasal em inspiração máxima, por exemplo, é um fenômeno dinâmico que pode escapar ao exame clínico de rotina (7,38).

As técnicas mais comumente utilizadas são: (a) rinomanometria ativa anterior, pela qual a pressão transnasal é medida por um fino cateter que, fixado com fita adesiva, oclui o vestíbulo nasal, e o fluxo aéreo transnasal é medido enquanto o indivíduo respira pelo nariz, por meio de uma máscara facial ou de uma oliva tipo bico de garrafa introduzida no vestíbulo nasal oposto; (b) rinomanometria transnasal, que mede a pressão transnasal por um cateter introduzido no assoalho da cavidade nasal até a rinofaringe, sendo o fluxo aéreo transnasal mensurado por um pletismógrafo de corpo inteiro; (c) rinomanometria posterior, que usa, para medir a pressão transnasal, um cateter inserido pela cavidade oral até o orofaringe; a medida do fluxo aéreo transnasal é feita como em (a) ou em (b).

O uso do pletismógrafo de corpo inteiro oferece como principal vantagem a possibilidade de avaliação da área da válvula nasal sem risco de distorção. A deformação desta área é uma grande desvantagem das técnicas que utilizam máscaras faciais ou olivas tipo bico de garrafa para a medição do fluxo aéreo transnasal (10,39). A digitalização dos sinais de pressão transnasal e do fluxo aéreo respiratório é um refinamento que permite a um computador calcular a resistência nasal total e unilateral (39-42).

Em situações clínicas, a rinomanometria é realizada em condições basais, sem interferência no vestíbulo ou na cavidade nasal propriamente dita, e, após a aplicação de vasoconstritor tópico, para avaliar-se o componente de mucosa presente (41). A dilatação do vestíbulo nasal com um clipe metálico de papel ou palito de fósforo

complementa o estudo rinomanométrico e permite avaliar a contribuição da válvula nasal na resistência nasal (2,43,44).

A observação de um platô na curva de pressão-fluxo aéreo durante a inspiração sugere colapso do segmento limitante de fluxo aéreo e patologia na área da válvula nasal (38). Contudo, a redução da resistência nasal com a dilatação do vestibulo nasal com dispositivos metálicos pode indicar disfunção da válvula nasal, mesmo na ausência de platô (43).

Os valores normais da resistência nasal total e unilateral variam muito na literatura, devido aos diferentes critérios de inclusão na seleção de indivíduos normais e às técnicas de rinomanometria utilizadas (18,45,46). Além disto, apesar de os pacientes com obstrução apresentarem resistência nasal maior do que indivíduos assintomáticos, há grande sobreposição entre os valores dos dois grupos, o que fala contra um valor de resistência único, a partir do qual os indivíduos passem a se queixar de obstrução nasal (35).

Apesar disto, consideram-se anormais: (a) resistência nasal total (fossas nasais direita e esquerda combinadas) em condições basais superiores a $3 \text{ cm/H}_2\text{O/l/s}$ ou $0,3 \text{ Pa/cm}^3/\text{s}$ e (b) resistência nasal total após uso de descongestionante acima de $1 \text{ cm/H}_2\text{O/l/s}$ ou $0,1 \text{ Pa/cm}^3/\text{s}$; (c) resistência nasal unilateral após uso de descongestionante acima de $4 \text{ cm/H}_2\text{O/l/s}$ ou $0,4 \text{ Pa/cm}^3/\text{s}$; (d) resistência nasal unilateral após uso de descongestionante e com retração alar

superior a $2 \text{ cm}^3/\text{H}_2\text{O}/\text{l}/\text{s}$ ou $0,2 \text{ Pa}/\text{cm}^3/\text{s}$. Os limites normais da resistência nasal unilateral não são rígidos em condições basais devido ao ciclo nasal (18,35).

No atual estágio de desenvolvimento da rinomanometria, a maioria dos investigadores acredita que a interpretação dos valores absolutos da resistência nasal deva ser considerada conjuntamente com a história clínica e o exame rinoscópico do indivíduo (18,30,47).

1.1.4.4 - IMAGEM

O lúmen da válvula nasal pode ser claramente demonstrado por tomografia computadorizada e ressonância magnética (48,49). Estas técnicas proporcionaram a comprovação da existência de tecido erétil nas paredes lateral (cornetos nasais) e medial (septo nasal anterior) da cavidade nasal. Também visualiza-se o nítido estreitamento da coluna de ar que ocorre na área da válvula nasal. O extenso corpo cavernoso do septo nasal que ocupa a parede medial da área da válvula nasal, nem sempre é verificado à rinoscopia anterior. Pela imagem, constata-se que o mesmo está localizado na região anterior ao corneto médio e superior ao corneto inferior. Apesar disto, estas técnicas radiográficas não se prestam para a avaliação rotineira da área da válvula nasal em função do custo elevado, da necessidade de irradiação e do tempo prolongado para sua realização.

1.1.5 - PATOLOGIA

As disfunções da área da válvula nasal podem ser secundárias a alterações congênitas ou adquiridas do septo nasal, das cartilagens lateral superior ou inferior, do orifício piriforme, dos tecidos moles adjacentes, da cabeça do corneto inferior e do revestimento mucocutâneo das estruturas da região (1).

As causas mais comuns de disfunção estão relacionadas a alterações do septo nasal anterior e das cartilagens laterais superior e inferior e seus revestimentos mucocutâneos secundários a trauma, quer seja cirúrgico ou não (50,51).

Cottle (19) descreveu, em 1953, as alterações da relação entre a cartilagem lateral superior e o septo nasal, secundárias a trauma, como sendo de dois tipos: alargamento ou estreitamento. Ocorre alargamento quando o ângulo entre o septo nasal e a cartilagem lateral superior do nariz leptorrino tem mais de 15°. Há estreitamento quando o ângulo for inferior a 10°. Mais recentemente, Kern (1) salientou que tanto a rigidez quanto a flacidez das relações entre as cartilagens laterais superior e inferior e entre a cartilagem lateral superior e o septo nasal perturbam o funcionamento deste segmento, gerando perda do controle inspiratório.

Pacientes com deformidades septais anteriores apresentam frequentemente colapso prematuro da válvula nasal (38). O mesmo pode ocorrer em pacientes submetidos a rinoplastia estética, se a ressecção excessiva das cartilagens laterais danificar o sistema anticlapso da válvula nasal (7,52).

A insuficiência valvular é uma complicação bem conhecida da rinoplastia estética (53,54). Existem evidências de que essa cirurgia reduz em até 25% a área de secção transversal mínima da cavidade nasal (55). Considerando-se a relação inversa e exponencial entre a área de secção transversal mínima e a resistência nasal, não é de se estranhar a razão da insatisfação de vários pacientes submetidos a rinoplastia em relação à permeabilidade nasal (56). Classicamente os pacientes apresentam obstrução nasal severa que alivia temporariamente com a inserção de um espéculo nasal e a abertura do vestíbulo nasal durante o exame clínico, ou mesmo com a simples tração lateral da bochecha.

Dilatadores nasais internos são utilizados há vários anos com bons resultados no tratamento clínico da insuficiência valvular pós-cirúrgica ou não (43,44,57). O suporte nasal alar de Francis (58) foi provavelmente o primeiro dilatador nasal a ser relatado como benéfico para o alívio de obstrução nasal na área da válvula nasal. Outros dispositivos de metal de uso interno, como clipe de papel aberto, têm sido usados clinicamente e experimentalmente com rinomanometria transnasal (2) e anterior (43,44), para quantificar a contribuição das cartilagens que compõem a válvula nasal na resistência nasal total. Um dilatador nasal plástico, também inserido dentro do vestíbulo nasal, foi testado em indivíduos normais (57) e em roncadores (59,60) e produziu redução significativa na resistência nasal ao fluxo aéreo respiratório.

Além disto, diversos tratamentos cirúrgicos têm sido propostos visando abrir e dilatar a área da válvula nasal (50,51,61-65) ou reforçar sua sustentação, impedindo o colapso precoce durante a inspiração (50,61,66).

Pacientes com paralisia de Bell ou outras paralisias e paresias da musculatura facial podem apresentar colapso valvular passivo em resposta às pressões transmuralis inspiratórias (2,25). Em pacientes mais idosos também pode ocorrer colapso prematuro da área da válvula nasal secundário ao enfraquecimento dos tecidos moles de sustentação das cartilagens laterais e pela queda da ponta nasal (3).

1.2 - RINOMETRIA ACÚSTICA

1.2.1 - CONCEITO

A rinometria acústica é uma técnica de avaliação objetiva da permeabilidade nasal que permite determinar a área de secção transversal de qualquer ponto entre a narina e o rinofaringe (67). O volume nasal entre dois pontos da cavidade nasal pode também ser calculado. O método é baseado na análise de ondas sonoras refletidas pelas cavidades nasais diante de um estímulo sonoro. Ondas sonoras incidentes e refletidas pelas cavidades nasais são detectadas por um microfone e os sinais conduzidos para um programa de computador, que gera um gráfico de áreas em função da distância da narina (*area-distance curve ou area-distance function*). O termo ecografia nasal é utilizado por alguns autores (56) para evitar confusão entre os termos rinometria e rinomanometria, que mede fluxo aéreo e pressão intranasais.

1.4.2 - HISTÓRICO

O estudo da acústica da respiração ou impedância respiratória teve início a partir dos trabalhos de DuBois et al. (68) e de van den Berg (69) nos anos de 1956 e 1960 respectivamente. Ambos utilizaram os princípios da mecânica para a interpretação dos movimentos oscilatórios do sistema respiratório.

Posteriormente, Sondhi & Gopinath (70) mostraram que era possível calcular a área de secção transversal da via aérea supraglótica a partir de aferições acústicas através da cavidade bucal. Jackson et al. (71) aplicaram idéias semelhantes ao estudo da via aérea subglótica em lobos pulmonares extraídos de cães. O estudo mostrou que era possível calcular as alterações da área de secção transversal no modelo experimental, e estes foram os primeiros dados de natureza fisiológica publicados. Contudo a validade do método na aferição da área da via aérea não foi esclarecida.

Fredberg et al. (72) avaliaram mais exaustivamente a acurácia da técnica de reflexão acústica. Uma mistura de oxigênio a 80% com hélio a 20% foi utilizada ao invés de ar, na aferição da área de secção transversal da via aérea subglótica em 6 adultos normais. Os resultados absolutos foram acurados em relação à área da traquéia quando comparados com os de exames radiográficos. A técnica foi denominada pelos autores de *airway area by acoustic reflections - AAAR*. Um pulso de curta duração (1 msec) era lançado na cavidade bucal e propagava-se ao longo da via aérea superior e central do indivíduo em exame. A reflexão deste pulso

era medida e usada para inferir a área de secção transversal ao longo da via aérea em função da distância da boca. Ware & Aki (73) propuseram, em 1968, o algoritmo computacional que serviu de base para a criação do programa de computador que calcula áreas em função da distância.

Vários estudos avaliaram a acurácia da reflexão acústica comparando-a com radiografia simples e computadorizada em modelos plásticos (74); em traquéia de cachorros *in vivo* e *in vitro* (75,76) e em humanos *in vivo* (77,78). Apesar de estes estudos terem sido realizados em diferentes laboratórios, a razão encontrada entre áreas acústicas e radiográficas, em humanos *in vivo*, foi consistentemente alta, variando entre 0,96 e 1,06.

Brooks et al. (74) testaram a reprodutibilidade da técnica na avaliação da área transversal da traquéia em 10 humanos hígidos e encontraram coeficientes de variação em torno de $10\pm 4\%$ e $9\pm 4\%$, respectivamente, para as medições realizadas no mesmo dia e em dias consecutivos.

A partir daí, a técnica de reflexão acústica passou a ser testada experimentalmente com o objetivo de estudar a estrutura e também a função da faringe, glote e traquéia (74,77-81).

1.2.2.1 - REFLEXÃO ACÚSTICA E FARINGE

Rivlin et al. (82) mostraram, com a técnica de reflexão acústica, que a área da faringe em pacientes com síndrome de apnéia obstrutiva do sono é menor do que a de indivíduos normais. Hoffstein et al. (83) aplicaram a técnica para mostrar que a faringe destes pacientes, além de estruturalmente alterada, é mais complacente. Fouke et al. (84) verificaram que a geometria da faringe depende da postura, sendo menor na posição deitada. Estes achados foram mais relevantes em pacientes com apnéia obstrutiva do sono segundo o trabalho de Brown et al. (85). Bradley et al. (86) observaram que mesmo ronco sem apnéia obstrutiva do sono apresentam alterações da geometria da faringe. Segundo Rubinstein et al. (87), a redução de peso melhora a estabilidade da faringe.

1.2.2.2 - REFLEXÃO ACÚSTICA E GLOTE

Rivlin et al. (82) observaram que a área da glote está reduzida em pacientes com apnéia obstrutiva do sono. Rubinstein et al. (88) verificaram que, nestes pacientes não somente a estrutura da glote está alterada, mas também a função. Em seu estudo de pacientes com apnéia do sono severa e função da faringe aparentemente normal, ocorreu estreitamento inspiratório paradoxal da glote.

1.2.2.3 - REFLEXÃO ACÚSTICA E TRAQUÉIA

Hoffstein et al. (89) aplicaram a técnica para avaliar a distensibilidade da traquéia em adultos normais e demonstraram que a mesma possui histerese. Outro estudo (90) mostrou que o tônus traqueal parece ser não-uniforme e variável ao longo da traquéia. A influência do exercício no tônus traqueal também foi estudada por esta técnica. Rubinstein et al. (91) mostraram que a traquéia dilata com o exercício, mas que ocorre constrição da via aérea periférica. Outros estudos compararam o tamanho da traquéia com o dos pulmões e mostraram que o crescimento do pulmão e das vias aéreas não é idêntico, sendo também diferente em homens e mulheres (92,93).

Hoffstein & Zamel (81) aplicaram a técnica de reflexão acústica para o diagnóstico da estenose de traquéia. Os autores observaram que a reflexão acústica é uma técnica não-invasiva e útil para confirmar a estenose de traquéia em pacientes com curvas fluxo-volume normais e também para avaliar as propriedades elásticas da traquéia.

1.2.2.4 - REFLEXÃO ACÚSTICA E NARIZ

Em 1989, Hilberg et al. (67) testaram pela primeira vez a técnica de reflexão acústica no nariz e descreveram o gráfico de área em função da distância da narina na cavidade nasal normal (Figura 3). Foram realizadas medições consecutivas das áreas de secção transversal em moldes de cavidades nasais de cadáveres e em seres

humanos vivos. A área mais estreita da cavidade nasal localizou-se na sua porção anterior (figura 3). Os resultados foram altamente acurados quando comparados à rinomanometria anterior, à tomografia computadorizada e a um método de deslocamento de água. Este grupo de dinamarqueses conclui, então, que o método acústico era acurado para a medição da geometria nasal e potencialmente muito útil para a investigação das alterações fisiológicas e patológicas do nariz. Além de ser não invasivo, o método era rápido e fácil de ser executado.

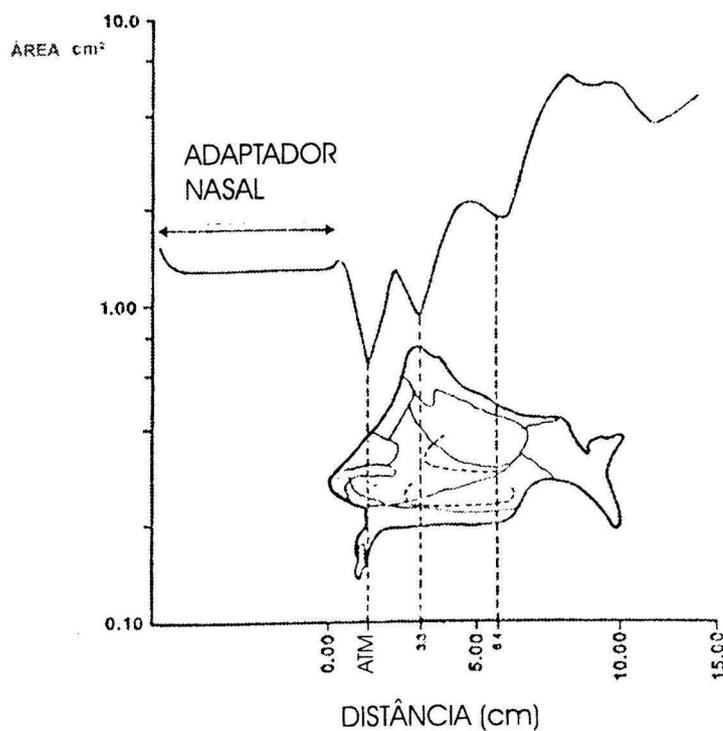


Fig. 3 - Gráfico de áreas em função da distância da narina em cavidade nasal normal. ATM - área transversal mínima

No final do mesmo ano, Grymer et al. (94) utilizaram a rinometria acústica na avaliação pré-operatória e, 3 meses depois, em 21 pacientes com queixa de obstrução nasal e desvio de septo ao exame físico, e em 21 indivíduos controles normais. O equipamento empregado foi o mesmo do estudo inicial de Hilberg et al. (67), com um tubo condutor de som de 90 cm de comprimento, bem diferente dos equipamentos mais atuais. Pacientes com desvio de septo severo, definidos pela rinoscopia como obstrução de 2/3 do lúmen da cavidade nasal, apresentaram área de secção transversal pré-operatória menor ($0,3 \text{ cm}^2$) do que controles normais ($0,7 \text{ cm}^2$). Pacientes insatisfeitos no pós-operatório apresentaram área de secção transversal menor ($0,45 \text{ cm}^2$) do que os pacientes satisfeitos ($0,74 \text{ cm}^2$) e/ou controles normais. O estudo também mostrou que, em pacientes com desvio de septo severo, ocorreu hipertrofia compensatória do corneto nasal do lado oposto. Os autores concluíram que a avaliação da área de secção transversal mínima e da área de secção transversal mínima total (lados esquerdo e direito), antes e após descongestão tópica da mucosa nasal, fornece um modelo quantitativo dos componentes estrutural e de mucosa que originam o sintoma de obstrução nasal.

Lenders & Pirsig (95) usaram a rinometria acústica na Alemanha pela primeira vez em 1990 na avaliação de 134 voluntários normais e em 121 pacientes com rinite alérgica ou vasomotora. O equipamento foi o mesmo dos dinamarqueses. Adaptadores nasais de diferentes diâmetros na extremidade distal foram empregados de acordo com o diâmetro das cavidades nasais testadas. Eles eram concâvos em sua extremidade distal e inseridos alguns milímetros no interior da cavidade nasal no momento da realização dos testes.

O gráfico de área em função da distância da narina em cavidade nasais normais mostrou um padrão semelhante ao encontrado pelos dinamarqueses (figura 3). Em normais, duas áreas de constrictão foram observadas na porção anterior do nariz, formando uma curva tipo W ascendente (figura 4.A). Pacientes com rinite alérgica ou rinite vasomotora apresentaram uma curva de áreas contra distância da narina do tipo W descendente, ou seja, a segunda constrictão na cabeça do corneto inferior era mais estreita que a primeira (figura 4.B). A aplicação de descongestionante tópico aumentou significativamente a área da segunda constrictão, mas não a da primeira, e estes valores foram menores do que no grupo de normais. Alterações da geometria nasal secundárias a testes de provocação nasal em pacientes alérgicos e turbinoplastia em pacientes com hipertrofia de corneto inferior também foram demonstradas. Os autores concluíram que a rinometria acústica possibilita a medida exata do grau de obstrução e a localização de fatores obstrutivos intranasais, assim como a documentação objetiva pré e pós-cirúrgica.

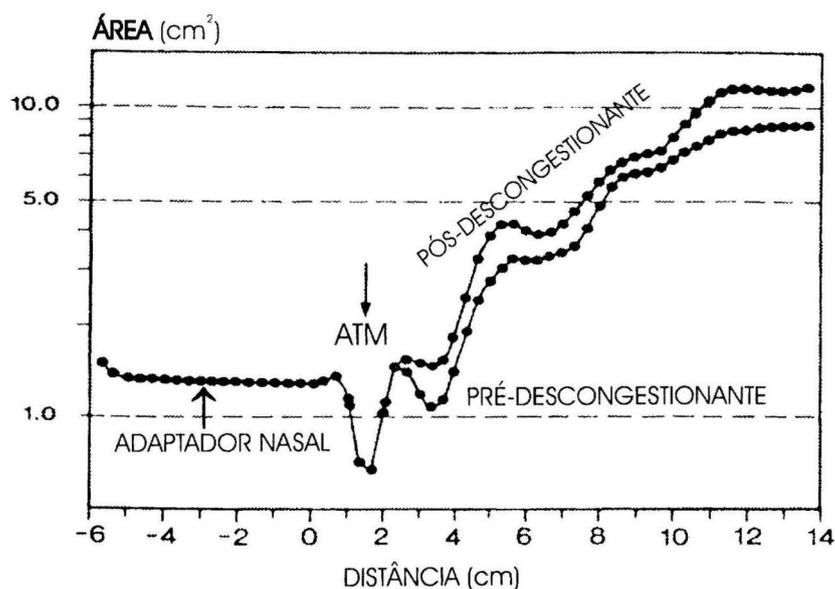


Fig. 4. A - Gráfico de áreas em função da distância da narina em cavidades nasais normais antes e após vasoconstricção tópica da mucosa nasal: padrão W ascendente. ATM = área transversal mínima

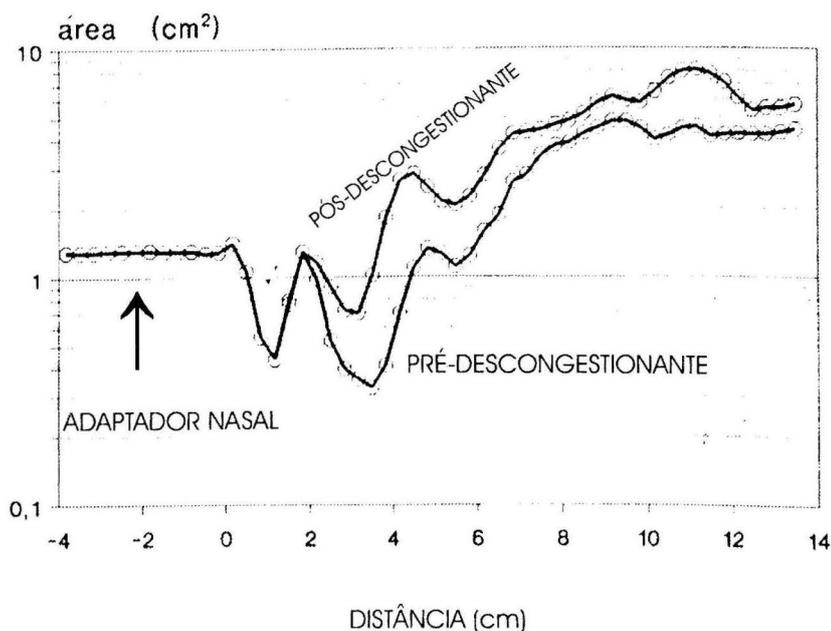


Fig. 4. B - Gráfico de áreas em função da distância da narina em pacientes com hipertrofia de corneto nasal inferior antes e após vasoconstricção tópica da mucosa nasal: padrão W descendente.

Grymer et al. (13) definiram melhor a relação entre os achados gráficos da rinometria acústica e a anatomia da cavidade nasal normal em 1991. Foram avaliados 82 indivíduos considerados normais antes e após o uso de medicação vasoconstritora local da mucosa nasal. A área de secção trasnversal e o volume nasal aumentaram no sentido ântero-posterior a partir da área mínima, e o descongestionante tópico produziu um aumento de 35% no volume da cavidade nasal.

A rinometria acústica passou então a ser utilizada em diversos estudos de fisiologia nasal (96-108) e clínicos (56,109-119) a partir dos trabalhos iniciais dos grupos liderados por Hilberg (13,67,94), na Dinamarca, e por Lenders (95) na Alemanha.

1.2.3 - EQUIPAMENTO E RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

O primeiro equipamento utilizado era constituído por um longo tubo de metal condutor de som de 90 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro interno (figura 5). Neste tubo foram acoplados uma fonte geradora de som e um microfone. Dois eletrodos localizados na porção terminal do tubo condutor geravam uma faísca por estímulo elétrico, o que criava um pulso acústico que se propagava pelo tubo condutor em direção à cavidade nasal a ser testada. Um adaptador nasal de metal de 7 cm de comprimento era utilizado para conectar o tubo à cavidade nasal. Os adaptadores eram côncavos em suas extremidades livres e tinham diâmetro interno de 1,2 cm ou 1,5 cm e poucos milímetros eram inseridos no interior do vestíbulo nasal para realização dos testes. As ondas sonoras refletidas em direção ao tubo, em função das diferentes áreas de secção transversal da cavidade nasal, eram captadas pelo microfone, amplificadas, filtradas e finalmente digitalizadas por um conversor análogo-digital acoplado a um computador IBM AT-386. Os dados eram convertidos para o gráfico de área em função da distância da narina por um *soft-ware* semelhante ao desenvolvido por Jackson et al. em 1977 (71). Cada medição demorava 10 segundos para ser realizada.



Fig. 5 - Primeiro equipamento de rinometria acústica utilizado: 1 - adaptador nasal não-anatômico, 2 - tubo condutor de som, 3 - gerador elétrico do impulso sonoro

Diversos estudos utilizaram este aparato (13,67,94,95). Lenders & Pirsig (95) também usaram adaptadores nasais côncavos em sua extremidade livre, que eram inseridos alguns milímetros no interior do vestíbulo nasal para a realização dos testes. A diferença eram os diâmetros internos dos adaptadores que variavam de 0,4 cm a 1,5 cm, de acordo com o tamanho da narina do indivíduo em teste.

Hansen (120) foi quem desenvolveu os adaptadores nasais considerados anatômicos (figura 6). Eles são de material plástico e sua extremidade livre não é côncava e, além disso, não necessita ser inserida no interior do vestíbulo nasal para a realização do teste.

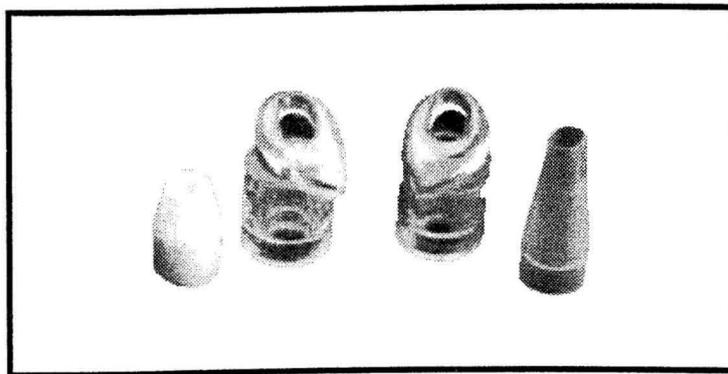


Fig. 6 - Adaptadores nasais anatômicos (centrais) e não-anatômicos (lateral direita e esquerda). Observar a extremidade distal dos adaptadores não anatômicos que têm forma de bico de garrafa

Roithmann et al. (118) compararam os resultados da rinometria acústica com adaptadores nasais anatômico e não-anatômico. Os autores mostraram que a realização do teste com o adaptador nasal anatômico diminui as chances de distorção do vestíbulo nasal, gerando resultados mais acurados em relação às dimensões da área da válvula nasal.

As dimensões do tubo condutor de som diminuíram consideravelmente nos equipamentos mais modernos, passando de 90 cm para 30 cm (figura 7) (118,121). Os eletrodos geradores do pulso acústico foram substituídos por alto-falantes instalados na extremidade terminal ou oposta ao indivíduo em teste. Tubos condutores de som e adaptadores nasais com diâmetros internos menores são modificações descritas para a aplicação da rinometria acústica em recém-nascidos e em crianças pequenas (116,117,122).

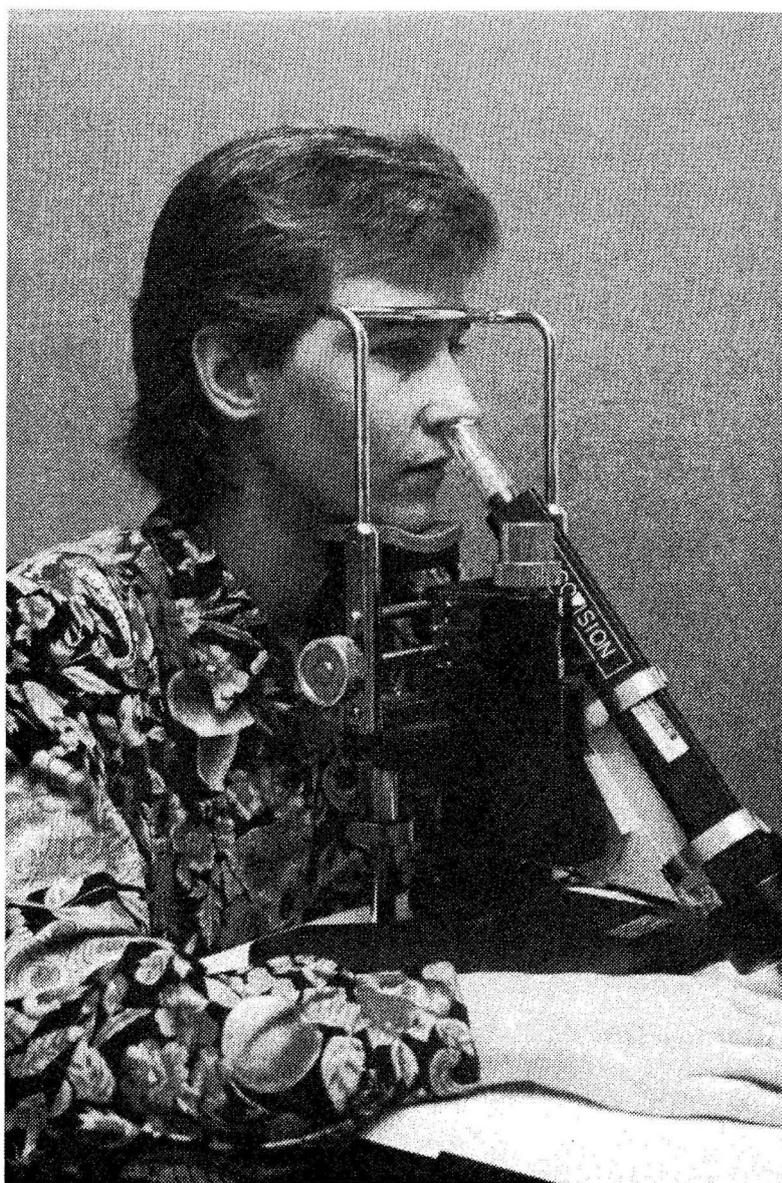


Fig. 7 - Equipamento de rinometria acústica moderno. Observar o adaptador nasal anatômico, o tubo condutor de som de menores dimensões e os opcionais de sustentação da cabeça (suporte de queixo e região frontal da cabeça)

Várias recomendações técnicas têm sido sugeridas para aumentar a acurácia e a reprodutibilidade da rinometria acústica:

- *Estabilizar a cabeça do paciente e do tubo condutor de som* - Roithmann et al. (123) verificaram que alterações entre o ângulo formado pela cavidade nasal e o tubo condutor de som podem induzir uma variação de 16% no valor da área de secção transversal da segunda constricção da curva de área contra distância da narina. Assim sendo, suportes de sustentação para o queixo e região frontal semelhantes aos da lâmpada de fenda empregados pelos oftalmologistas têm sido utilizados de rotina por alguns investigadores (figura 7) (123-126).

- *Realizar vedação ao redor da narina* - a maioria dos laboratórios utiliza como rotina a aplicação de gel lubrificante inodoro entre o adaptador nasal anatômico e a narina para selar esta interface e evitar o escape de som (118,126,127). Atenção especial deve ser dada à margem dorsal da narina onde pequenas perdas de selamento induzem a superestimação de área e volume nasais (67,123).

- *Testar a reprodutibilidade da curva área-distância* - usualmente, no mínimo três medições consecutivas são realizadas em cada cavidade nasal em exame para avaliar a reprodutibilidade dos resultados (67,123,128). O equipamento deve ser recalibrado entre os testes.

- *Cessar a respiração durante o teste* - é importante solicitar ao paciente em teste que pare de respirar durante o exame. Alguns estudos demonstraram alterações significativas na área de secção transversal mínima em função da inspiração ou da expiração pelo nariz (123,126,129).

- *Outras* - as alterações intrínsecas da mucosa nasal podem ser reduzidas quando os indivíduos em teste passam por um período de aclimação no ambiente de exame (123,130). Alterações de postura, exercício físico e resfriamento do corpo devem também ser evitados entre os testes, por induzirem a alterações da permeabilidade nasal (97,102,103). O ruído ambiental no laboratório deve ser o mínimo possível, pois pode produzir interferência e alterações no resultado dos exames (131).

1.2.4 - VALIDAÇÃO

A acurácia da rinometria acústica foi inicialmente investigada por Hilberg e colaboradores (67) em estudos comparativos com rinomanometria, técnica de deslocamento de água e tomografia computadorizada. Foram realizadas medições consecutivas em moldes de silicone confeccionados a partir da cavidade nasal de cadáver humano, em cavidade nasal de cadáver humano, em indivíduos normais e em 2 pacientes, um com tumor intranasal e outro com desvio de septo. Na rinometria acústica, o coeficiente de variação para as áreas calculadas foi de menos de 2%, e, na rinomanometria, de 15% para a resistência nasal. Forte correlação foi encontrada entre as áreas acústicas e as calculadas pela tomografia computadorizada ($r = 0,94$) e pela técnica de deslocamento de água ($r = 0,96$). Houve também forte correlação entre a área mínima da cavidade nasal calculada a partir da rinomanometria e a área mínima acústica ($r = 0,9$). Esses estudos demonstraram que, quando a área transversal mínima é superior a $0,7 \text{ cm}^2$, não se observam erros significativos nas aferições das porções mais posteriores da cavidade nasal.

Posteriormente Hilberg et al. (132) utilizaram a ressonância magnética para avaliar a acurácia da rinometria acústica em 10 indivíduos normais e em modelos plásticos. A correlação entre as áreas determinadas pela rinometria acústica e por imagem foi maior nas porções mais anteriores da cavidade nasal, entre 1 cm e 6 cm da abertura nasal anterior. A rinometria acústica mostrou áreas significativamente maiores do que a ressonância magnética na rinofaringe.

Min & Jang (133) avaliaram a acurácia da rinometria acústica, comparando-a com tomografia computadorizada em 30 adultos normais. As duas técnicas mostraram forte correlação até 2,4 cm da narina. Gilain et al. (134) confirmaram este achado em pacientes com obstrução nasal por hipertrofia de cornetos nasais.

Mayhew & O'Flynn (135) compararam o volume nasal total (cavidade nasal direita mais a esquerda) somado ao da rinofaringe de cadáveres humanos calculado por rinometria acústica, com o calculado pelo princípio de Cavalieri. O princípio de Cavalieri é uma técnica esteriológica que permite a estimativa precisa de volume a partir de medições realizadas em fatias do objeto em estudo (136). Uma forte correlação foi encontrada ($r = 0,969$, $p = 0,0032$).

Buenting et al. (122) avaliaram a acurácia da rinometria acústica na aferição da área de secção transversal de moldes plásticos, com área anterior variando entre 0,2 cm² e 0,9 cm². Quando a área transversal anterior real no modelo experimental era de menos de 0,6 cm², ocorria uma superestimação da área mínima calculada, ao passo que, quando a área transversal anterior media mais de 0,7 cm², ocorria uma subestimação da área mínima calculada pela rinometria acústica. Variações acima de 10% da área transversal mínima calculada pela rinometria acústica em relação à área real se registraram nos moldes com área anterior superior a 0,9 cm² ou inferior a 0,6 cm². O estudo também demonstrou que, à medida que diminui a área de secção transversal mínima anterior, verifica-se subestimação progressiva dos valores absolutos posteriores na cavidade nasal.

Tomkinson & Eccles (127) testaram a acurácia da rinometria acústica realizando reconstruções computadorizadas tridimensionais a partir de modelos experimentais plásticos. Foi demonstrado que a acurácia da técnica é maior quando a alteração de área intranasal é gradual e de pequena amplitude. O contrário foi observado quando a alteração de área intranasal é súbita e de maior amplitude. Os autores concluem que a rinometria acústica apresenta maior precisão na válvula nasal.

Fisher et al. (137) avaliaram a resolução da rinometria acústica em humanos vivos colocando esferas de silicone de tamanhos pré-determinados na área da válvula nasal e na altura do meato médio. Esferas com diâmetro de 0,7 cm foram detectadas em 100% dos casos. O estudo demonstrou que a resolução do teste diminuiu consideravelmente com esferas de diâmetro menor colocadas em ambas as regiões testadas.

Elbrond et al. (111) testaram a acurácia da rinometria acústica na medição do volume da rinofaringe antes e após adenoidectomia em 20 crianças de 3 a 16 anos. O volume de tecido adenoidiano removido mostrou significativa correlação com o aumento do volume medido pela rinometria acústica na rinofaringe.

Hilberg et al. (67) realizaram medições consecutivas em 5 indivíduos normais e encontraram um coeficiente de variação para a área transversal mínima inferior a 2%. Grymer et al. (13) verificaram um coeficiente de variação abaixo de 4% para o volume nasal total (direito e esquerdo somados) em 24 indivíduos normais. Os

participantes foram testados em 4 ocasiões, com intervalo de uma semana, após aplicação de descongestionante tópico na mucosa nasal.

Lenders & Pirsig (95) realizaram medições consecutivas em indivíduos normais e verificaram um coeficiente de variação para a área de secção transversal mínima unilateral, após a aplicação de descongestionante tópico, inferior a 6%. Fouke & Jackson (96) constataram um coeficiente de variação inferior a 8% para o volume nasal de cavidades nasais de adultos normais. Riechelman et al. (115) avaliaram a reprodutibilidade do gráfico de área contra distância da narina em crianças pré-escolares e encontraram um coeficiente de variação de 9%.

Roithmann et al. (123) observaram a variação minuto a minuto, hora a hora, dia a dia e semana a semana da rinometria acústica, sem vasoconstricção da mucosa nasal. O estudo mostrou que ambas as variáveis, área de secção transversal mínima e volume nasal, apresentam alta reprodutibilidade com coeficientes de variação semelhantes aos registrados por outros pesquisadores. A variação da área de secção transversal mínima foi maior do que a do volume nasal. A análise dos valores totais de ambas as variáveis (área mínima e volume da cavidade nasal direita mais a esquerda) apresentou maior reprodutibilidade do que valores unilaterais. Mais ainda, o estudo demonstrou que a reprodutibilidade diminuiu à medida que o intervalo de tempo entre os testes aumentou.

1.2.5 - SUPOSIÇÕES TEÓRICAS E LIMITAÇÕES

Suposições teóricas e limitações da técnica de reflexão acústica foram descritas e analisadas por Sidell & Fredberg (138), por Hoffstein & Fredberg (139) e por Hilberg et al. (67). Entre as suposições teóricas necessárias para a compreensão da inferência de áreas a partir de ondas sonoras destacam-se as seguintes:

- *Propagação plana da onda sonora (one dimensional wave propagation)* - o algoritmo utilizado para a inferência de área a partir do som exige ondas de propagação plana unidimensionais. Hilberg et al. (67) consideram-na provavelmente válida no nariz, devido às relativamente pequenas dimensões radiais da cavidade nasal.

- *Estrutura sem bifurcações (branching)* - o algoritmo para a inferência de área a partir do som não reconhece bifurcações. Esta suposição é válida nas cavidades nasais com septo nasal íntegro e provavelmente inválida na rinofaringe, onde ocorre a junção das duas cavidades nasais (67).

- *Perdas viscosas negligenciadas (transmission and oscillation losses)* - suposição provavelmente não válida para o nariz em razão das diversas circunvoluções da cavidade nasal que dificultam a propagação da onda sonora. Hilberg et al. (67) consideram que esta seja a origem da subestimação de áreas nas regiões distais à válvula nasal.

- *Estruturas de paredes rígidas (airway wall rigidity)* - para Hilberg et al. (67), esta suposição provavelmente é válida, por ser a cavidade nasal relativamente rígida apesar de revestida por mucosa de consistência macia.

As limitações da rinometria acústica são relacionadas a erros sistemáticos e a erros aleatórios (122,123,126):

- *Erros aleatórios* - são aqueles que podem ocorrer ocasionalmente em função de: (a) flutuações e reações intrínsecas da mucosa nasal (ex: ciclo nasal, alterações de postura e temperatura); (b) falhas na sistematização da realização do exame pelo operador (ex: alterações do ângulo entre o tubo de som e a cabeça do paciente e/ou falha no selamento ao redor da narina); (c) falha do paciente ao respirar pelo nariz durante o exame.

- *Erros sistemáticos* - são aqueles relacionados às suposições teóricas apresentadas acima e que produzem fundamentalmente subestimação da área distal a um estreitamento. Buenting et al. (122) demonstraram claramente em modelos experimentais plásticos que os resultados da rinometria acústica devem ser considerados levando-se em conta: (a) as perdas de transmissão secundárias ao estreitamento nasal na área da válvula nasal; (b) as perdas secundárias à oscilação da onda sonora no interior da cavidade nasal; (c) o atraso de resposta que pode prejudicar a localização e a extensão real dos estreitamentos ou de fatores obstrutivos.

1.2.6 - ESTUDOS DA FISILOGIA NASAL

Dentre as principais características da rinometria acústica incluem-se a alta reprodutibilidade e a rapidez com que o gráfico de área em função da distância da narina é gerado (123). Estas características têm sido muito exploradas na avaliação da fisiologia nasal, mais especificamente, na análise do comportamento da mucosa nasal ao longo do tempo, em condições basais e diante de estímulos diversos (ex: frio, exercício, postura, medicamentos).

Yamagiwa et al. (97) empregaram a rinometria acústica para avaliar as reações vasculares da mucosa nasal ao resfriamento localizado da pele. Os participantes tinham suas mãos ou pés submergidos em água fria por 5 minutos, sendo mantida a temperatura global do corpo. A análise do volume nasal demonstrou 5 padrões de resposta, sendo a vasoconstrição a reação imediata mais característica diante da exposição da pele ao frio. Este efeito foi transitório e desapareceu minutos após o término da exposição ao frio.

Lundqvist et al. (102) aprofundaram estes estudos e utilizaram a rinometria acústica para avaliar as respostas da mucosa nasal ao esfriamento ou aquecimento global do corpo. O padrão encontrado foi de congestão da mucosa nasal (diminuição do volume nasal) em resposta ao frio e retração da mucosa em resposta ao calor (aumento do volume nasal). Este foi o mesmo padrão observado em relação às reações da mucosa nasal à temperatura do ar inspirado.

Fouke & Jackson (96) utilizaram a rinometria acústica para demonstrar as respostas da mucosa nasal a vasoconstrictores e a alterações de postura. O aumento no volume nasal produzido por fenilefrina tópica e pseudoefedrina sistêmica foi claramente evidenciado nos gráficos de área em função da distância da narina. Os efeitos da oximetazolina, epinefrina e respectivos antagonistas na mucosa nasal também foram avaliados por rinometria acústica (106).

Fouke & Jackson (96) observaram que, 15 minutos após os indivíduos passarem da posição supina para decúbito lateral, o volume nasal da cavidade nasal dependente (para baixo) diminui 33%, e o volume da cavidade nasal contralateral (para cima) aumenta 22%. O'Flynn (101) demonstrou, em 14 adultos normais, que ao passar da posição sentada para a deitada, o volume da cavidade nasal mais permeável diminui, e o volume da cavidade nasal mais congestionada aumenta.

Kase et al. (103) avaliaram mais exaustivamente as alterações das dimensões da cavidade nasal em relação a mudanças posturais. Os achados rinométricos confirmaram que as dimensões da cavidade nasal diminuem quando se passa da posição de pé para a supina ou para decúbito lateral. Mais ainda, as dimensões da cavidade nasal diminuem quando se passa da posição sentada para a supina e aumentam quando se passa da posição sentada para a de pé.

Fisher et al. (99) demonstraram as alterações cíclicas da mucosa nasal em 6 adultos normais por intermédio da rinometria acústica. O ciclo nasal clássico alternante foi observado em apenas metade dos participantes.

Roithmann et al. (123) avaliaram o volume nasal em indivíduos normais, pelo período de 6 horas consecutivas. Flutuações unilaterais do volume nasal, de caráter não cíclico, foram observadas. Fisher et al. (105) aplicaram a rinometria acústica em pacientes laringectomizados e demonstraram que o ciclo nasal, com sua amplitude diminuída, continua mesmo na ausência de fluxo aéreo nasal. Flutuações cíclicas e alternadas da permeabilidade nasal foram também demonstradas em crianças pela rinometria acústica (140). Hilberg et al. (141) aplicaram esta mesma técnica para comparar as variações espontâneas da mucosa nasal em pacientes com rinite alérgica sazonal fora de crise e em indivíduos não-alérgicos. Os resultados mostraram que os alérgicos fora de crise têm mucosa nasal mais sensível e congestionada do que os não-alérgicos.

Rasp (100) demonstrou que a rinometria acústica é um método conveniente para a avaliação das reações imediata e tardia da mucosa nasal, secundárias a teste de provocação nasal com alergenos. Roithmann et al. (142) mostraram que a rinometria acústica é útil na definição da positividade do teste de provocação nasal e tão sensível quanto a rinomanometria na determinação do limiar alérgico, em pacientes com rinite alérgica sazonal. Scadding et al. (143) classificaram a rinometria acústica como superior à rinomanometria na realização de testes de provocação nasal, principalmente em indivíduos com obstrução nasal importante na avaliação pré-teste.

Hilberg et al. (144) realizaram testes de provocação nasal com histamina em pacientes alérgicos e não-alérgicos e avaliaram as respostas por rinometria acústica. No grupo de alérgicos, a diminuição da área de secção transversal mínima produzida pelo teste de provocação correlacionou-se positivamente com os níveis de IgE específicos.

Austin & Foreman (98) realizaram testes de provocação nasal com histamina e bradicinina em indivíduos normais antes e após a utilização oral de cetirizina (anti-histamínico H₁). A permeabilidade nasal foi avaliada por rinometria acústica e rinomanometria posterior. Ambas as medidas mostraram alterações da permeabilidade nasal dose-dependentes em relação à histamina e à bradicinina. O tratamento prévio com cetirizina bloqueou as alterações induzidas por histamina. Os autores concluem que a rinometria acústica possibilita a avaliação de testes de provocação nasal e a aferição do efeito de fármacos sobre a permeabilidade nasal com algumas vantagens sobre a rinomanometria: maior simplicidade e rapidez na execução e menor necessidade de cooperação dos participantes.

Outros estudos utilizaram a rinometria acústica para avaliar as respostas da mucosa nasal, expressas por alterações da permeabilidade nasal, a agentes externos como a capsaicina, o óxido nítrico, a l-arginina e o ácido nitroso (107,145-149).

1.2.7 - ESTUDOS CLÍNICOS

Lildholdt (113) e Elbrond et al. (112) mostraram que a rinometria acústica é um método adequado para o acompanhamento objetivo das alterações da permeabilidade nasal ao tratamento da polipose nasal, quer seja clínico com corticosteróides ou cirúrgico. Elbrond et al. (111) mostraram, ainda, que a técnica é sensível para demonstrar alterações no volume da rinofaringe após adenoidectomia.

Fisher et al. (150) aplicaram a rinometria acústica na avaliação pré-operatória de candidatos a adenoidectomia. A análise das áreas e do volume nasal na rinofaringe após a aplicação de descongestionante tópico mostrou significativo valor preditivo em relação à indicação cirúrgica. Apesar disto, os autores concluíram que é necessário combinar os achados rinométricos com a história clínica do paciente, para a obtenção de valores preditivos mais significativos.

Kunkel & Hochban (151) demonstraram aumento no volume da rinofaringe em pacientes portadores da síndrome de apnéia obstrutiva do sono, após o avanço cirúrgico maxilomandibular. Contudo, alguns estudos demonstraram que a movimentação do palato mole e a reflexão do som pela cavidade contralateral prejudicam, em parte, a validade das medidas na rinofaringe (115,152).

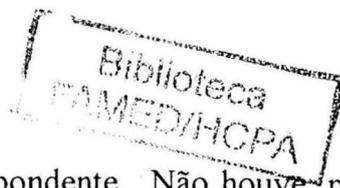
Grymer et al. (94,110) e Hilberg et al. (109) investigaram o sintoma de obstrução nasal, os achados da rinoscopia anterior e os da rinometria acústica na avaliação pré e pós-operatória de pacientes com obstrução nasal e graus variados de

desvio de septo nasal e hipertrofia de corneto inferior. Os autores definiram pela rinometria acústica pré-operatória o grau de severidade do desvio de septo e de hipertrofia compensatória de corneto inferior. Desvio de septo severo estava presente em pacientes com área de secção transversal mínima inferior a $0,4 \text{ cm}^2$ ou a $0,5 \text{ cm}^2$, respectivamente, antes ou após o uso de descongestionante tópico da mucosa nasal. Hipertrofia da mucosa do corneto inferior contralateral foi definida como um aumento de mais de 100% na área de secção transversal do nariz a partir da área mínima em relação aos valores basais. Este foi o grupo de pacientes no qual a septoplastia associada a turbinoplastia do corneto nasal inferior contralateral mostrou os melhores resultados, tanto sintomático quanto rinométrico.

Marais et al. (153) também mostraram que o grau de satisfação pós-septoplastia e/ou turbinectomia está relacionado com a área de secção transversal mínima, mensurada em seu estudo por rinometria acústica.

Lenders e Pirsig (114) aplicaram a rinometria acústica na avaliação de 61 pacientes com ronco e/ou síndrome de apnéia obstrutiva do sono. A área de secção transversal mínima nos pacientes foi significativamente menor do que no grupo controle.

Roithmann et al. (56) avaliaram a relação entre o sintoma de obstrução nasal e a área de secção transversal mínima medida pela rinometria acústica, antes e após o uso de descongestionante tópico da mucosa nasal, tendo encontrado uma correlação significativa entre a sensação da permeabilidade nasal unilateral e a área



de secção transversal nasal mínima correspondente. Não houve, porém, correlação significativa entre a sensação global de permeabilidade nasal e a área de secção transversal total (direita mais esquerda) nasal. Os autores concluíram que existe uma fraca correlação entre o sintoma de obstrução nasal e os achados da rinometria acústica, podendo alguns pacientes reconhecer obstruções unilaterais.

Tomkinson & Eccles (154) também compararam os achados da rinometria acústica com a sensação de permeabilidade nasal, porém em indivíduos normais. Apenas uma fraca relação entre a área de secção transversal mínima e a sensação de permeabilidade nasal foi encontrada.

Roithmann et al. (118) compararam as curvas de área contra distância da narina de indivíduos normais com as de pacientes com obstrução nasal secundária à congestão de mucosa ou desvio anterior severo do septo nasal. Os autores demonstraram que a rinometria acústica, com e sem o uso de descongestionante tópico da mucosa nasal, diferencia e quantifica objetivamente obstruções decorrentes de congestão de mucosa das obstruções estruturais ou mecânicas.

Grymer (55) avaliou as dimensões da cavidade nasal de 37 pacientes submetidos a rinoplastia por razões estéticas sem cirurgia funcional associada. As áreas de secção transversal mínima total e unilateral, 6 meses após o procedimento, diminuíram em média 22% e 25% respectivamente, comparada aos valores pré-operatórios. A autora conclui que a rinometria acústica é importante na avaliação pré-operatória da rinoplastia, no sentido de prevenir a redução da permeabilidade

nasal em pacientes de risco e também, para documentar as alterações produzidas pelo procedimento.

Passali et al. (155) utilizaram a rinometria acústica entre outras técnicas para avaliar a eficácia dos procedimentos cirúrgicos empregados no tratamento da hipertrofia dos cornetos inferiores. A técnica mais efetiva, em termos de aumento de permeabilidade nasal e menor número de complicações, foi a cauterização submucosa do corneto nasal inferior associado à fratura lateral do mesmo. Marquez et al. (156) também adotaram a rinometria acústica para avaliar os resultados de turbinectomia. Melhor resultado foi demonstrado pela técnica de múltiplas fraturas laterais submucosas.

Hilberg et al. (157) mostraram, pela rinometria acústica, que o esteróide local budesonida é superior ao anti-histamínico sistêmico terfenadina, no tratamento da congestão nasal da rinite alérgica, especialmente após teste de provocação nasal.

A rinometria acústica vem sendo testada também em crianças desde o nascimento (116,117) até a idade pré-escolar (111,115). Riechelmann et al. (115) avaliaram 35 pré-escolares, normais em relação à via aérea superior, com idade entre 3 a 6 anos. O exame foi muito bem tolerado pelos participantes e mostrou excelente reprodutibilidade (coeficiente de variabilidade de 9%). Na maioria das crianças, a área de secção transversal mínima localizou-se na segunda constrição ou seja, na cabeça do corneto inferior no orifício piriforme. Uma significativa correlação entre a idade da criança e o tamanho da cavidade nasal e da rinofaringe foi verificada. Os

autores chamam a atenção para a validade questionável da técnica em relação a porções mais posteriores da cavidade nasal, devido a subestimações após a área da válvula nasal e pela movimentação involuntária do palato mole na altura da rinofaringe.

Zavras et al. (158) aplicaram a rinometria acústica na avaliação da geometria nasal de 20 crianças, dos 7 aos 14 anos, com respiração nasal ou bucal. Os respiradores bucais apresentaram volume nasal significativamente menor do que os nasais.

Marchioro et al. (159) mostraram, por meio de rinomanometria e rinometria acústica, que a expansão rápida da maxila reduz a resistência e aumenta a área de secção transversal mínima e o volume nasal, em pacientes em fase de dentição mista e mordida cruzada posterior.

Pedersen et al. (116) calcularam as dimensões das cavidades nasais de 27 recém-nascidos pela rinometria acústica. Foi observada alta variabilidade nos resultados, sugerindo importante atividade da mucosa nasal nesta faixa etária. Buenting et al. (117) igualmente avaliaram recém-nascidos e concluíram que os achados da rinometria acústica nesta faixa etária, assim como nos adultos, têm maior acurácia para a área da válvula nasal. O estudo também mostrou que a rinometria acústica mede acuradamente a distância do vestibulo nasal até a coana, podendo ser utilizada para verificar o comprimento aproximado do palato em crianças.

1.3 - RINOMETRIA ACÚSTICA E ÁREA DA VÁLVULA NASAL

Grymer et al. (94) demonstraram, em 21 indivíduos adultos normais, que a área de secção transversal mínima da cavidade nasal é, em média, 0,70 cm² a 2,32 cm da narina e 0,83 cm² a 1,76 cm da narina, respectivamente, antes e após a aplicação de descongestionante tópico na mucosa nasal. Os autores realizaram medições transcirúrgicas da distância da narina à cabeça do corneto inferior em pacientes submetidos à cirurgia de septo nasal e verificaram que ela correspondia à localização da área mínima medida pela rinometria acústica. Com a aplicação de um descongestionante nasal tópico, a área mínima desloca-se em sentido anterior para o *ostium internum* ou válvula nasal de Mink. Os autores concluíram que o deslocamento anterior da área mínima, após o uso do descongestionante tópico, se deve à retração do corneto inferior. Assim sendo, sugerem que o *istmus nasi*, na altura do orifício piriforme, corresponde à área de secção transversal mínima. A área mínima estaria, então, localizada mais posteriormente do que a área inicialmente proposta por Mink (figura 8).

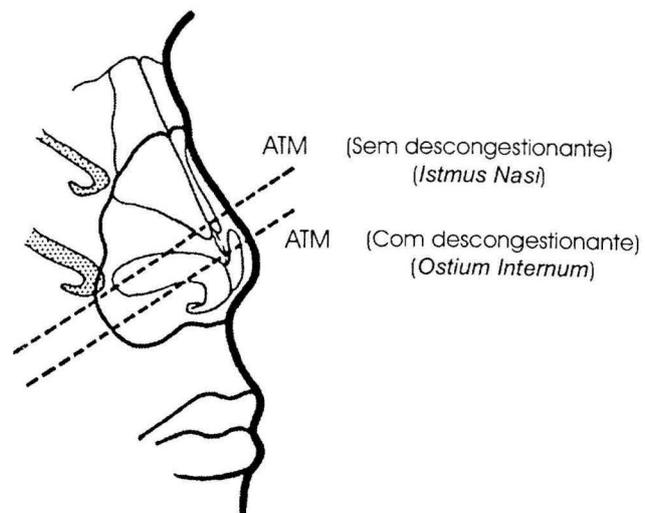


Fig. 8 - Localização da área transversal mínima (ATM) antes e após a aplicação de descongestionante tópico na mucosa nasal.

Lenders & Pirsig (95) também observaram dois sítios de constricção nos primeiros 3,5 cm da cavidade nasal em 134 indivíduos normais. Contudo a curva de área contra distância da narina foi do tipo W ascendente (figura 4.A). A área mais estreita foi a da primeira constrictão no *ostium internum*, apresentando em média 0,73 cm² a 1,3 cm da narina. A área da segunda constricção localizou-se na cabeça do corneto inferior a 3,3 cm da narina, apresentando em média 1,1 cm². A aplicação de descongestionante tópico aumentou apenas a área da segunda constricção, permanecendo inalterados a localização e o valor da área mínima na primeira constricção. O estudo mostrou ainda que pacientes com hipertrofia do corneto inferior pela rinoscopia, apresentavam um padrão de curva de área contra distância da narina do tipo W descendente, ou seja, a área transversal mínima estava localizada na altura da segunda constricção (figura 4.B).

Grymer et al. (13) definiram melhor a relação entre os achados gráficos da rinometria acústica e da geometria da área da válvula nasal normal, em 1991. Foram avaliados 82 indivíduos normais, antes e após o uso de medicação vasoconstritora tópica da mucosa nasal. Medições diretas da distância da columela à cabeça do corneto inferior foram realizadas e comparadas aos achados da curva de área contra distância nasal em cada caso. Os achados mostraram que a área de secção transversal mínima localiza-se anteriormente na cavidade nasal. Em alguns indivíduos ela situou-se na cabeça do corneto inferior no orifício piriforme (*istmus nasi*) e, em outros, mais anteriormente, na válvula nasal originalmente descrita por Mink (*ostium internum*). Após a aplicação do descongestionante local, a área transversal mínima moveu-se anteriormente, da segunda constricção (*istmus nasi*)

para a primeira (*ostium internum*) (figura 8). A área transversal na primeira constricção não se modificou com o uso do descongestionante.

Roithmann et al. (118) mostraram que as medições realizadas com o adaptador nasal não-anatômico dos estudos prévios, ou seja, na qual o mesmo é inserido alguns milímetros no interior do vestíbulo nasal, aumentam as chances de distorção da área da válvula nasal e de superestimação secundária de valores absolutos.

Grymer (55) observou, pela rinometria acústica, que a área de secção transversal na válvula nasal diminuiu significativamente em pacientes submetidos a rinoplastia estética sem cirurgia funcional associada.

Riechelmann et al. (115) demonstraram que a área da válvula nasal em crianças normais dos 3 aos 6 anos também apresenta dois estreitamentos, porém de menores dimensões quando comparados aos demonstrados pela curva rinométrica dos adultos. Em 60% das crianças, a área transversal mínima localizou-se no segundo estreitamento na cabeça do corneto inferior. O primeiro estreitamento mediu, em média, 0,34 cm² a 0,66 cm da narina, e o segundo, em média, 0,29 cm² a 2 cm da narina.

1.4 - JUSTIFICATIVA DOS ESTUDOS

A área da válvula nasal é de crucial importância para o funcionamento adequado das vias aéreas superiores e inferiores, sendo um dos sítios mais comuns de obstrução nasal.

A avaliação objetiva da área da válvula nasal é fundamental para auxiliar: a compreensão de sua estrutura e função, o diagnóstico de patologia a esse nível, a seleção do tratamento apropriado e o acompanhamento objetivo de resposta aos tratamentos adotados.

As técnicas habituais de avaliação objetiva da área da válvula são imprecisas (manobra de Cottle e rinoscopia anterior) ou não fornecem representação gráfica e têm baixa reprodutibilidade (rinomanometria) ou consomem tempo e necessitam irradiação (ressonância magnética ou tomografia computadorizada).

O estudo da área da válvula nasal por rinometria acústica pode, além de proporcionar progressos no conhecimento de sua estrutura e, conseqüentemente, de sua fisiologia, resultar em melhores condições de avaliação, tratamento e acompanhamento de pacientes.

Estudos anteriores avaliaram a área da válvula nasal em cavidades nasais normais e em pacientes com obstrução nasal, em condições basais e após vasoconstrição tópica da mucosa nasal. Assim sendo, o papel das cartilagens

laterais, estruturas complacentes essenciais para o funcionamento adequado da área da válvula nasal, não foi previamente avaliado por rinometria acústica. Além disto, o dilatador nasal externo não foi objetivamente testado em indivíduos normais ou em pacientes com disfunção na área da válvula nasal.

2 - OBJETIVOS

2.1 - OBJETIVO GERAL

Estudar a estrutura e a função da área da válvula nasal sob a ação de dilatador nasal externo e de descongestionante tópico por rinometria acústica e rinomanometria.

2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

ESTUDO I : O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA GEOMETRIA E FUNÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL NORMAL OU COLAPSADA

- Descrever a área da válvula nasal em indivíduos normais e em pacientes com insuficiência da válvula nasal pós-rinoplastia estética.
- Avaliar o efeito de um dilatador nasal externo em válvulas nasais normais e em pacientes com insuficiência da válvula nasal pós-rinoplastia estética.
- Comparar o efeito de um dilatador nasal externo com o de um descongestionante nasal tópico em válvulas nasais normais e em pacientes com insuficiência da válvula nasal pós-rinoplastia estética.

ESTUDO II : O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA OBSTRUÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL POR DESVIO DE SEPTO OU CONGESTÃO DE MUCOSA

- Avaliar o efeito de um dilatador nasal externo em pacientes com obstrução nasal por congestão de mucosa ou desvio de septo na área da válvula nasal.

- Comparar o efeito de um dilatador nasal externo com o de um descongestionante nasal tópico em pacientes com obstrução nasal por congestão de mucosa ou desvio de septo na área da válvula nasal.

2.3 - HIPÓTESES OPERACIONAIS

- A área de válvula nasal normal é maior do que a de pacientes com obstrução nasal.

- O dilatador nasal externo beneficia pacientes com obstrução na área da válvula nasal por defeito estrutural.

- O efeito do dilatador nasal externo sobre a permeabilidade nasal é maior que o do descongestionante tópico em pacientes com obstrução na área da válvula nasal por defeito estrutural. O efeito do descongestionante tópico é maior do que o do dilatador externo em pacientes com congestão de mucosa na área da válvula nasal.

3. ESTUDO I: O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA GEOMETRIA E FUNÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL NORMAL OU COLAPSADA

3.1 - MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no *Saul A. Silverman Nasal Airflow Laboratory and Clinical Investigation Unit*, do Hospital Mount Sinai, Universidade de Toronto, Toronto, Ontário, Canadá.

- *Delineamento* - ensaio clínico. Os fatores em estudo foram o dilatador nasal externo e o descongestionante tópico. Os desfechos foram a área da válvula, o volume, a resistência e a sensação de permeabilidade em cavidades nasais de indivíduos normais ou de pacientes com colapso de válvula pós-rinoplastia estética.

- *Amostra* - o grupo de indivíduos normais constitui-se de funcionários do laboratório, estudantes e médicos do Hospital e respectivos amigos e parentes sem queixas nasais, sem importantes alterações estruturais ou de mucosa pela rinoscopia anterior e resistência nasal unilateral após descongestionante tópico inferior a $0,35 \pm 0,05$ Pa/cm³/s (23 mulheres e 43 homens, brancos, com idade entre 16 e 58 anos e idade média de 31 anos).

O valor de resistência nasal selecionado foi o preconizado como limite superior de normalidade pelo grupo de Toronto, Canadá (18)

Formaram o grupo de pacientes indivíduos avaliados no Departamento de Otorrinolaringologia do Hospital Mount Sinai com queixa de obstrução nasal pós-rinoplastia estética e com teste de Cottle positivo (10 mulheres e 7 homens, brancos, com idade entre 28 e 53 anos e idade média de 36 anos).

- *Crítérios de exclusão nos dois grupos* - foram excluídos negros e orientais, pelas diferentes configurações de vestibulo nasal; indivíduos normais ou pacientes com sintomas de infecção das vias aéreas superiores no dia do exame ou perfuração septal; indivíduos normais previamente submetidos a cirurgia nasal ou do palato; pacientes em uso crônico de descongestionante, anti-histamínico, anticolinérgico ou corticosteróide nasal tópico ou sistêmico.

- *Cálculo do tamanho da amostra* - o cálculo do tamanho da amostra foi baseado nas diferenças observadas na área de secção transversal mínima, com e sem o dilatador nasal externo, em 79 cavidades nasais normais e 26 doentes. Considerando um poder mínimo de 80%, um $\alpha = 5\%$, e um delta observado de aproximadamente 30% em normais e de 100% em cavidades nasais doentes, para a área de secção transversal mínima, com e sem o dilatador nasal externo, 24 e 14 cavidades nasais seriam necessárias, respectivamente, em cada grupo.

• *Avaliação da sensação de obstrução nasal (nasal sensation)* - os participantes avaliaram a sensação de permeabilidade nasal em uma escala análoga visual de 100 mm de comprimento (160) (figura 9). O extremo esquerdo da escala (0 mm) correspondia a “meu nariz está completamente desobstruído”, ao passo que o extremo direito da escala (100 mm) equivalia a “meu nariz está completamente obstruído”. Os participantes avaliaram sua permeabilidade nasal em condições basais, com o dilatador externo e após a aplicação do descongestionante tópico.



Fig. 9 - Escala análoga visual

- *Avaliação da área de secção transversal mínima, volume nasal e resistência nasal* - a área de secção transversal mínima e o volume nasal foram calculados por rinometria acústica nasal (*Eccovision Acoustic Rhinometer - Model AR-1003, Hood Laboratories, Pembroke, MA*), técnica baseada na análise de ondas sonoras refletidas pelas cavidades nasais em resposta a um estímulo sonoro. O equipamento consistiu de um tubo condutor de som de 30 cm de comprimento ao qual foram acoplados, na porção proximal ao indivíduo em teste, um microfone, e, na porção distal ou final, um alto-falante (figura 10.A).

Os sinais de pressão captados pelo microfone foram amplificados e digitalizados por uma placa específica instalada em um computador IBM especialmente programado para registro e análise dos dados. O programa permite calcular a área de secção transversal em qualquer ponto da cavidade nasal a partir da narina. Conseqüentemente, o volume nasal entre dois pontos pode também ser calculado.

Um adaptador nasal do tipo não-invasivo foi utilizado para conectar o tubo condutor de som à narina a ser testada. Um suporte de queixo ajudou a imobilizar a cabeça do indivíduo em teste (figura 10.A e 10.B). Um gel lubrificante inodoro (*Eco Gel 400, Eco-Med Pharmaceuticals, Canada*) foi aplicado nas bordas do adaptador nasal para evitar escape de ar. O ângulo entre o tubo condutor de som e o assoalho do nariz foi mantido em 45° durante todas as medições. Um técnico especialmente treinado executou todas as medições, tendo sido tomado máximo cuidado para evitar distorção do vestíbulo nasal.

As cavidades nasais foram testadas separadamente. Para cada resultado foi considerada a média de quatro medições por cavidade nasal em: (a) condições basais; (b) com dilatador externo; (c) 10 minutos após a aplicação de descongestionante tópico (xilometazolina a 0,1%). Cada medição levou cerca de 10 segundos para ser realizada.



Fig. 10. A - Paciente em posição para a realização da rinometria acústica. 1 - tubo condutor de som; 2 - suporte de queixo; 3 - adaptador nasal anatômico.

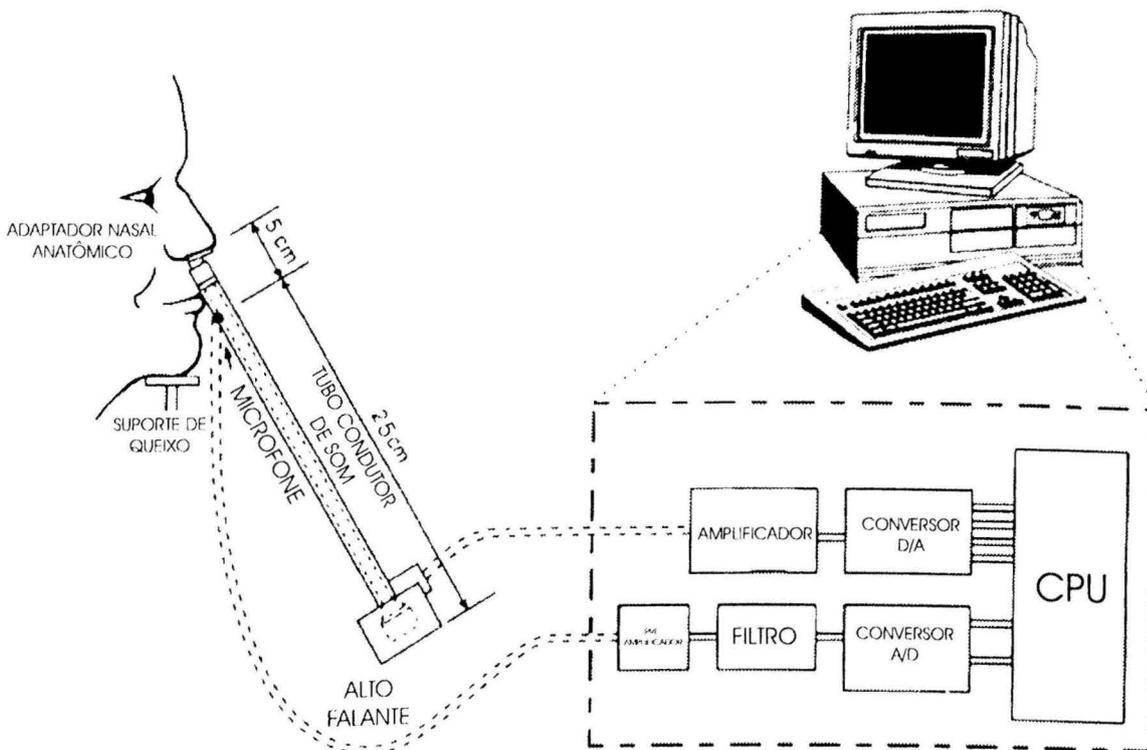


Fig. 10. B - Diagrama do equipamento de rinometria acústica

A resistência nasal em cada cavidade nasal foi medida por rinomanometria computadorizada pernasal por meio de um pletismógrafo de corpo inteiro (figura 11). Neste equipamento o fluxo aéreo é medido pelo pletismógrafo que tem adaptado um elemento de fluxo laminar largo (malha de dácron 400, 12 x 12 cm) ao passo que a pressão transnasal é determinada por um fino cateter de plástico flexível (sonda nasogástrica infantil 8 com 35 cm de comprimento) introduzido ao longo do assoalho do nariz até a rinofaringe. Os sinais de pressão e fluxo são captados por um transdutor (Validyne MP 45 e 101), e os sinais elétricos, amplificados e computados. Os sinais elétricos representando fluxo aéreo e pressão são mostrados num formato x-y em um computador IBM. A média de 5 ciclos respiratórios e o coeficiente de variação foram calculados. As medidas foram repetidas até obter-se um coeficiente de variação inferior a 5%.



Fig. 11 - Paciente em posição para realização da rinomanometria computadorizada por intermédio de pletismógrafo de corpo inteiro.

O dilatador nasal externo utilizado (*Breathe Right™, CNS, Inc., Chanhassen, Minneapolis*) consiste de uma fita adesiva com uma mola plástica interna que, ao fixar-se na pele que recobre os tecidos complacentes do vestíbulo nasal, dilata o lúmen da porção anterior da cavidade nasal (figuras 12.A e 12.B).

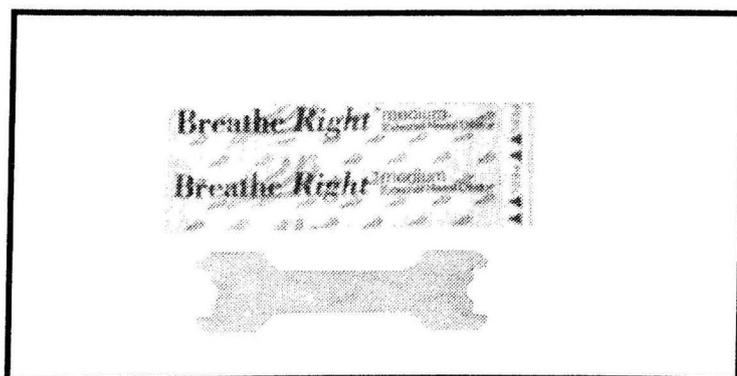


Fig. 12.A - Dilatador nasal externo (*Breath Right™, CNS, Inc., Chanhassen, Minneapolis*)

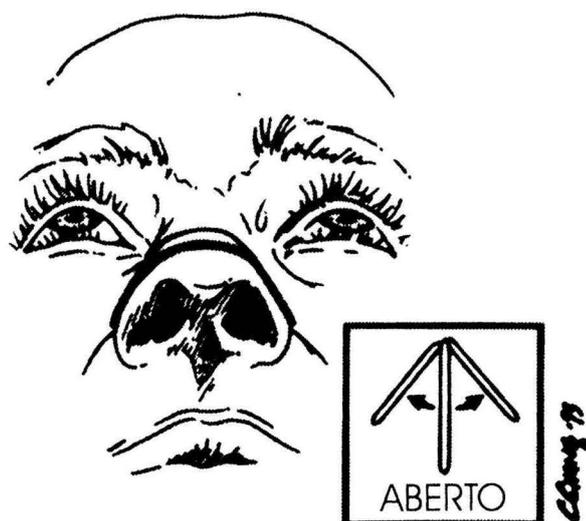
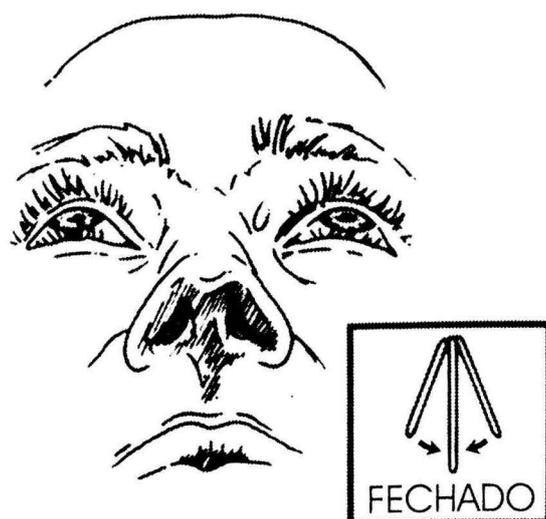


Fig. 12.B - Mecanismo de ação do dilatador nasal externo

Todos os pacientes e voluntários foram entrevistados e examinados pelo autor principal e testados pelo técnico do laboratório. Após um período de 30 minutos para aclimatação às condições ambientais do laboratório, foram realizadas, conforme já foi referido, medições em condições basais, com o dilatador externo e 10 minutos após a aplicação de um descongestionante tópico (xilometazolina a 0,1%). O protocolo adotado para todos os participantes foi o seguinte :

- aclimatação;
- graduação da escala análoga visual sem intervenção nasal;
- rinometria acústica sem intervenção nasal (basal);
- rinometria acústica com aplicação do dilatador externo;
- graduação da escala análoga visual com dilatador nasal externo;
- rinomanometria com o dilatador nasal externo;
- remoção do dilatador e rinomanometria sem intervenção nasal (basal);
- aplicação de 3 jatos graduados de xilometazolina a 0,1% em cada narina;
- graduação da escala análoga visual 10 minutos após a aplicação de xilometazolina;
- rinomanometria 10 minutos após a aplicação de xilometazolina;
- rinometria acústica após a rinomanometria

O tempo para realização do protocolo do item 2 ao 10 foi, em média, de 15 minutos por paciente.

Para comparar as diferenças em cada grupo, após transformação logarítmica dos dados, foram realizados testes de análise de variância com um fator, seguidos de testes de comparação múltipla de Tukey e de testes t pareados. Para comparar as diferenças entre os dois grupos foram realizados testes t não pareados. Foram consideradas diferenças significativas as que apresentaram $p < 0,01$.

3.2 - RESULTADOS

- *Válvula nasal em normais*

A tabela 1 mostra os achados da rinometria acústica e da rinomanometria no grupo de normais em condições basais, com o dilatador externo e após descongestionante tópico. Dos 66 indivíduos deste grupo, 79 cavidades nasais enquadraram-se nos critérios de normalidade e foram incluídas na análise estatística.

A figura 13 ilustra as curvas habituais de área contra distância da narina encontradas nas cavidades nasais normais, com e sem o dilatador nasal externo e antes e após a aplicação de descongestionante nasal tópico. Dois sítios de constricção ou estreitamento, o primeiro, em média, a 1,18 cm e, o segundo, a 2,86 cm da narina, foram demonstrados em condições basais. A área mais estreita da cavidade nasal localizou-se mais freqüentemente na segunda constricção no orifício piriforme.

O dilatador nasal externo aumentou significativamente a área de secção transversal nas duas constricções anteriores (figura 13.A). O descongestionante tópico aumentou significativamente a área de secção transversal da constricção mais distal (figura 13.B). O efeito do descongestionante tópico na constricção distal não diferiu significativamente do efeito do dilatador externo. O descongestionante não alterou significativamente a área de secção transversal da primeira constricção ($p = 0,06$).

TABELA 1 - VÁLVULAS NASAIS NORMAIS : ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSAL MÍNIMA (ATM), DISTÂNCIA DA NARINA DA ATM E RESISTÊNCIA NASAL

CONDIÇÕES DE TESTE	ATM 1 (cm ²)	ATM 2 (cm ²)	DATM 1 (cm)	DATM 2 (cm)	RN (Pa/cm ³ /s)
BASAL	0,78±0,01 (0,5-1,09)	0,70±0,02 (0,43-1,34)	1,18±0,03 (0,68-2,38)	2,86±0,04 (2,12-4,54)	0,25±0,01
DILATADOR EXTERNO	0,85±0,01 (0,6-1,06) *p<0,0001	0,91±0,02 (0,41-1,43) *p<0,0001	1,08 ±0,04 (0,66-1,9)	2,84±0,07 (2,1-4,66)	0,19± 0,01 *p<0,0001
DESCONGESTIONANTE	0,80±0,01 (0,56-1,1)	0,79±0,02 (0,47-1,44) *p<0,0001	1,18 ±0,04 (0,68-2,14)	2,79±0,04 (2,12-4,06) *p<0,01	0,19 ±0,01 *p<0,0001

Média±erro padrão (valores mínimo e máximo) n=79

ATM 1 = área transversal mínima da primeira constricção; ATM 2 = área transversal mínima da segunda constricção; DATM 1 = distância da narina da primeira constricção;

DATM 2 = distância da narina da segunda constricção; RN = resistência nasal.

* p refere-se aos testes de comparação múltipla de Tukey e t pareados entre os valores basais e os valores com dilatador externo ou descongestionante.

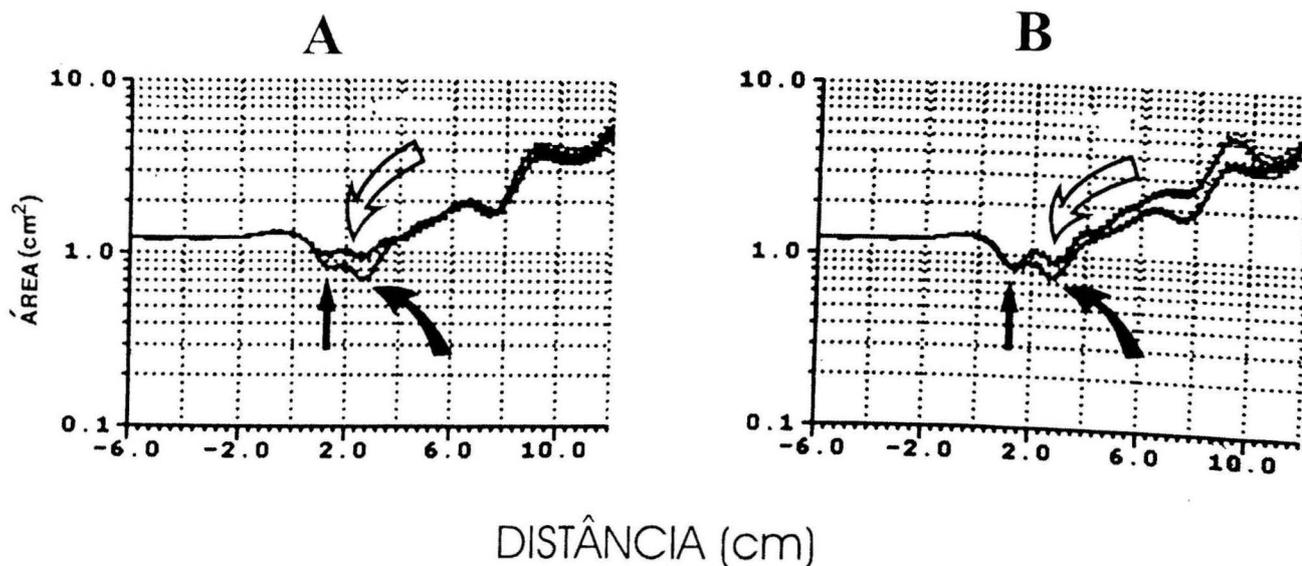


Fig. 13.A e 13.B - Cavidades nasais normais: curvas habituais de área em função da distância da narina:

(A) com e sem o dilatador nasal externo: seta reta - entrada da área da válvula nasal sem dilatador; seta curva inferior - segunda constricção da área da válvula nasal sem o dilatador; seta curva superior - efeito do dilatador externo na área da válvula nasal. Notar que a aplicação do dilatador nasal externo provocou aumento da área transversal nas duas constricções da área da válvula nasal (seta curva superior).

(B) com e sem descongestionante tópico: seta reta - entrada da área da válvula nasal sem o descongestionante; seta curva inferior - segunda constricção da área da válvula nasal; seta curva superior - efeito do descongestionante na área da válvula nasal. Notar que a aplicação do descongestionante tópico provocou aumento da área transversal a partir da segunda constricção da área da válvula nasal (seta curva superior)

Tanto o dilatador nasal como o descongestionante tópico provocaram aumento significativo e de magnitude semelhante do volume nasal nos primeiros 4 cm da cavidade nasal (tabela 2). O volume nasal entre 4 cm e 8 cm da narina aumentou significativamente com a aplicação do descongestionante tópico. O dilatador nasal externo não modificou o volume neste segmento da cavidade nasal ($p = 0,5$).

O dilatador nasal externo e o descongestionante nasal tópico provocaram diminuição da resistência nasal ao fluxo aéreo de semelhante magnitude em comparação com os valores basais iniciais (tabela 1).

A maioria dos participantes deste grupo notou melhora da permeabilidade nasal quer com a aplicação do dilatador nasal externo, quer com o descongestionante tópico (figura 14). O impacto na sensação de permeabilidade nasal não foi diferente entre as duas intervenções ($p = 0,6$).

TABELA 2 - VOLUME NASAL EM CAVIDADES NASAIS NORMAIS (cm³)

CONDIÇÕES DE TESTE	VN : 0 cm - 4 cm da narina	VN : 4 cm - 8 cm da narina
BASAL	3,84±0,05 (3,03-4,99)	7,41±0,2 (3,85-14,38)
DILATADOR EXTERNO	4,28±0,06 (3,35-5,39) *p<0,0001	7,31±0,2 (3,31-13,79)
DESCONGESTIONANTE	4,27±0,05 (3,17-5,51) *p<0,0001	10,28±0,2 (5,61-15,66) *p<0,0001

Média±erro padrão (valores mínimo e máximo) n=79

VN = volume nasal entre 0 cm e 4 cm e entre 4 cm e 8 cm da narina.

* p refere-se aos testes de comparação múltipla de Tukey e t pareados entre os valores basais e os valores com dilatador externo ou descongestionante.

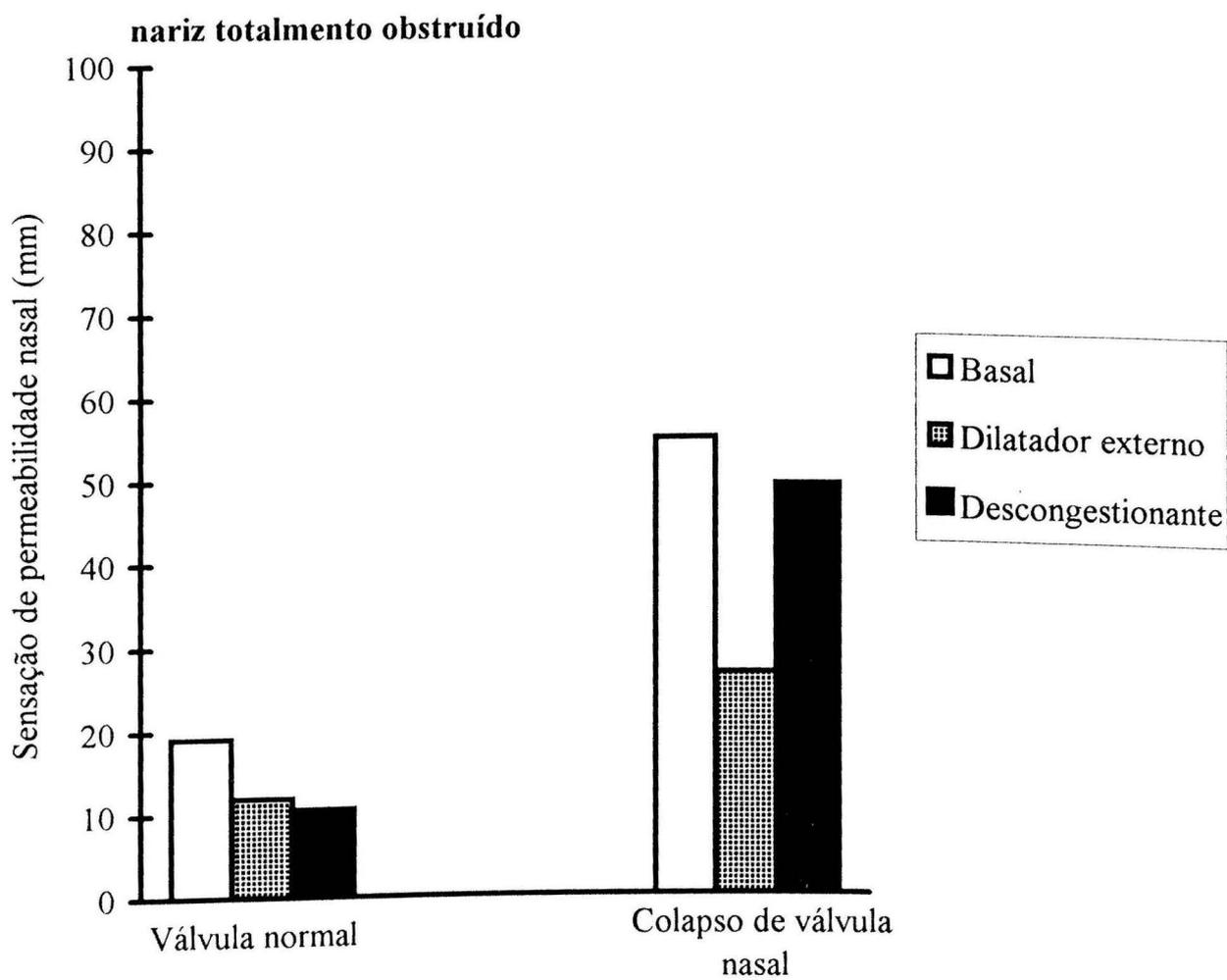


Fig. 14 - Válvula normal ou colapsada: efeito do dilatador externo e do descongestionante na sensação de permeabilidade nasal.

- *Válvulas nasais colapsadas*

A tabela 3 mostra os achados da rinometria acústica no grupo de pacientes com obstrução nasal pós-rinoplastia estética. Dos 34 pacientes, 26 cavidades nasais enquadraram-se nos critérios de inclusão para válvulas insuficientes ou colapsadas e foram incluídas na análise estatística.

As curvas de área em função da distância da narina, em condições basais, revelaram uma área anterior de estreitamento a uma distância média de 2,62 cm da narina (figura 15). A área de secção transversal mínima nestas cavidades foi significativamente menor do que em cavidades nasais normais ($p < 0,001$). A resistência nasal nestas cavidades foi significativamente maior do que nas cavidades nasais normais ($p < 0,001$).

O dilatador nasal externo produziu um aumento significativo na área de secção transversal mínima ($p < 0,001$) (figura 15.A). O descongestionante tópico também aumentou a área de secção transversal mínima, porém o efeito foi marcadamente menor do que o produzido pelo dilatador externo ($p < 0,001$) (figura 15.B).

TABELA 3 - VÁLVULAS NASAIS COLAPSADAS : ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSAL MÍNIMA (ATM), DISTÂNCIA DA NARINA DA ATM E RESISTÊNCIA NASAL

CONDIÇÕES DE TESTE	ATM (CM ²)	DATM (CM)	RN (PA/CM ³ /S)
BASAL	0,34±0,01 (0,11-0,49)	2,55±0,1 (1,58-3,58)	0,72±0,08 (0,3-1,4)
DILATADOR EXTERNO	0,64±0,03 (0,25-0,96) *p<0,0001	2,67±0,2 (1,06-7,79)	0,31± 0,04 (0,11-0,75) *p<0,001
DESCONGESTIONANTE	0,4±0,02 (0,23-0,63) *p<0,01	2,52±0,1 (1,78-3,58)	0,59±0,08 (0,3-1,5) *p<0,01

Média±erro padrão (valores mínimo e máximo) n=26

ATM = área de secção transversal mínima; DATM = distância da narina da ATM;

RN = resistência nasal.

* p refere-se aos testes de comparação múltipla de Tukey e t pareados entre os valores basais e os valores com dilatador externo ou descongestionante.

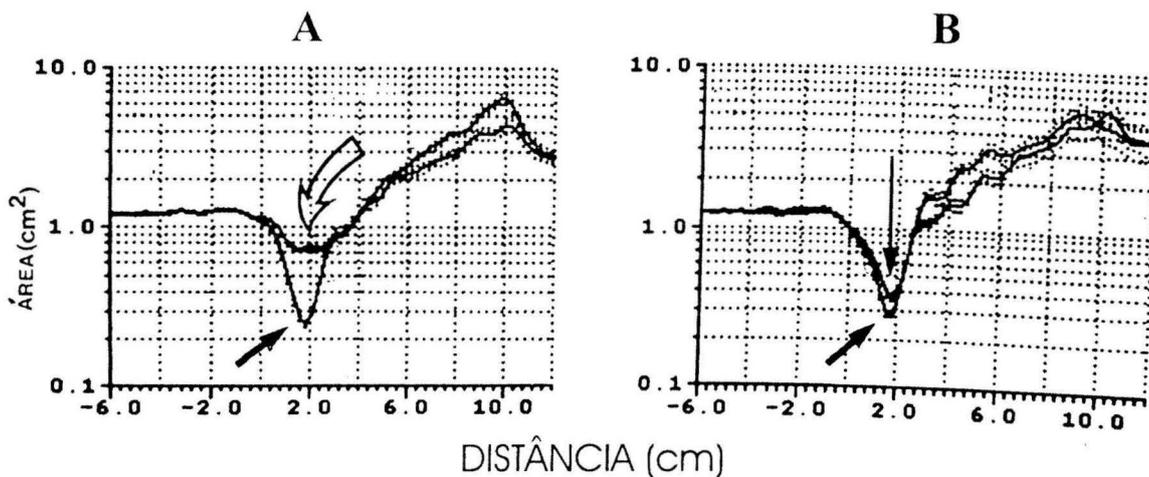


Fig. 15.A e 15.B - Colapso de válvula nasal: curvas habituais de área em função da distância da narina:

(A) com e sem o dilatador nasal externo: seta reta - área transversal mínima sem o dilatador nasal externo; seta curva superior - efeito do dilatador nasal externo na área da válvula nasal. Notar que o dilatador nasal externo provocou importante aumento na área de secção transversal mínima.

(B) Com e sem o descongestionante tópico: seta reta curta - área transversal mínima sem o descongestionante; seta reta superior longa - efeito do descongestionante na área da válvula nasal. Notar que a aplicação do descongestionante tópico provocou discreto aumento na área de secção transversal mínima

O dilatador nasal externo e o descongestionante tópico aumentaram significativamente o volume nasal nos segmentos anterior e posterior da cavidade nasal (tabela 4).

O dilatador nasal externo bem como o descongestionante tópico reduziram significativamente a resistência nasal ao fluxo aéreo (tabela 3), mas o efeito foi bem mais pronunciado com o dilatador nasal externo ($p < 0,001$).

Os pacientes notaram um alívio imediato do sintoma de obstrução nasal com a aplicação do dilatador externo ($p < 0,001$), o mesmo não acontecendo após o uso do descongestionante tópico ($p = 0,4$) (figura 14).

TABELA 4 - VOLUME NASAL EM CAVIDADES NASAIS PÓS-RINOPLASTIA ESTÉTICA (cm³)

CONDIÇÕES DE TESTE	VN : 0 cm - 4 cm da narina	VN : 4 cm - 8 cm da narina
BASAL	2,73±0,1 (2,08-3,48)	6,07±0,6 (2,93-8,59)
DILATADOR EXTERNO	3,59±0,1 (2,44-4,57) *p<0,0001	8,02±0,8 (3,84-11,93) *p<0,001
DESCONGESTIONANTE	3,08±0,1 (2,46-3,79) *p<0,002	9,13±0,6 (5,07-12,66) *p<0,001

Média±erro padrão (valores mínimo e máximo) n=26

VN = volume nasal entre 0 cm e 4 cm e entre 4 cm e 8 cm da narina.

* p refere-se aos testes de comparação múltipla de Tukey e t pareados entre os valores basais e os valores com dilatador externo ou descongestionante.

4 - ESTUDO II : O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA OBSTRUÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL POR DESVIO DE SEPTO OU CONGESTÃO DE MUCOSA

4.1 - MATERIAL E MÉTODOS:

O estudo foi realizado no *Saul A. Silverman Nasal Airflow Laboratory and Clinical Investigation Unit*, do Hospital Mount Sinai, Universidade de Toronto, Toronto, Ontário, Canadá.

- *Delineamento* - ensaio clínico. Os fatores em estudo foram o dilatador nasal externo e o descongestionante tópico. Os desfechos foram a área da válvula, o volume, a resistência e a sensação de permeabilidade nasal em pacientes com obstrução da válvula nasal por desvio de septo ou congestão de mucosa.

- *Amostra* - voluntários normais selecionados dentre funcionários do laboratório, estudantes e médicos do Hospital e pacientes atendidos no Departamento de Otorrinolaringologia do Hospital Mount Sinai, foram divididos em três grupos de acordo com a história clínica, rinoscopia e resistência nasal ao fluxo aéreo:

GRUPO A - formado por funcionários do laboratório, estudantes e médicos do Hospital, respectivos amigos e parentes sem queixas nasais, sem importantes alterações estruturais ou de mucosa pela rinoscopia anterior e resistência nasal unilateral após descongestionante tópico inferior a $0,35 \pm 0,05$ Pa/cm³/s. O valor de resistência nasal selecionado foi o preconizado como limite superior de normalidade pelo grupo de Toronto, Canadá (18). Esta amostra de indivíduos normais é histórica neste estudo, pois os dados foram coletados no estudo I descrito anteriormente.

GRUPO B - obstrução nasal por desvio de septo na área da válvula nasal, com no mínimo 50% de bloqueio pela rinoscopia anterior e resistência nasal unilateral superior a 0,4 Pa/cm³/s (defeito estrutural).

GRUPO C - obstrução nasal por congestão de mucosa na área da válvula nasal com no mínimo 50% de bloqueio pela rinoscopia anterior e resistência nasal unilateral superior a 0,4 Pa/cm³/s (defeito de mucosa).

• *Crítérios de exclusão nos dois grupos* - foram excluídos negros e orientais, pelas diferentes configurações de vestibulo nasal; indivíduos normais ou pacientes com sintomas de infecção das vias aéreas superiores no dia do exame ou perfuração septal; indivíduos normais previamente submetidos a cirurgia nasal ou do palato; pacientes em uso crônico de descongestionante, anti-histamínico, anticolinérgico ou corticosteróide nasal tópico ou sistêmico.

- *Cálculo do tamanho da amostra* - o cálculo do tamanho da amostra foi baseado nas diferenças observadas na área de secção transversal mínima, com e sem o dilatador nasal externo, em 28 cavidades nasais com desvio de septo e 35 cavidades nasais com congestão de mucosa. Considerando um poder mínimo de 80%, um $\alpha = 5\%$ e um delta observado de aproximadamente 77% nas cavidades nasais com desvio de septo e 24% nas cavidades nasais com congestão de mucosa, para a área de secção transversal mínima, com e sem o dilatador nasal externo, 21 e 33 cavidades nasais seriam necessárias, respectivamente, em cada grupo.

- *Avaliação da sensação de permeabilidade nasal (nasal sensation)* - Os participantes avaliaram a sensação de permeabilidade nasal em uma escala análoga visual de 100 mm de comprimento (figura 9) (160). O extremo esquerdo da escala (0 mm) correspondia a “meu nariz está completamente desobstruído”, ao passo que o extremo direito da escala (100 mm) correspondia a “meu nariz está completamente obstruído”. Os participantes avaliaram sua permeabilidade nasal em: (a) condições basais; (b) com o dilatador externo; (c) após a aplicação do descongestionante nasal tópico.

- *Rinometria acústica e rinomanometria* - a área de secção transversal mínima e o volume nasal foram calculados por rinometria acústica nasal (*Eccovision Acoustic Rhinometer - Model AR-1003, Hood Laboratories Pembroke, MA*) que é uma técnica baseada na análise de ondas sonoras refletidas pelas cavidades nasais em resposta a um estímulo sonoro (figura 10). Quatro curvas de área contra distância

da narina foram computadas em cada cavidade nasal e suas médias calculadas nas seguintes condições: (a) basal; (b) com dilatador externo; (c) após descongestionante tópico.

A resistência nasal unilateral foi medida por rinomanometria transnasal com pletismógrafo de corpo inteiro (figura 11) nas três condições previamente descritas - sem intervenção ou basal, com dilatador externo e após descongestionante tópico.

- *Dilatador nasal* - o dilatador nasal externo (*Breathe Right™, CNS, Inc., Chanhassen, Minneapolis*) é uma fita adesiva com uma mola plástica em seu interior que, por adesão à pele que recobre externamente os tecidos complacentes da região anterior do nariz, dilata a área da válvula nasal (figuras 12.A e 12.B).

Todos os pacientes e voluntários foram entrevistados e examinados pelo pesquisador principal e testados pelo técnico do laboratório. O protocolo adotado para todos os participantes foi o seguinte:

- aclimatação ao ambiente do laboratório (30 minutos);
- graduação da escala análoga visual sem intervenção nasal;
- rinometria acústica sem intervenção nasal (basal);
- rinometria acústica com aplicação do dilatador externo;
- graduação da escala análoga visual com dilatador nasal externo;
- rinomanometria com o dilatador nasal externo;

- remoção do dilatador e rinomanometria sem intervenção nasal (basal);
- aplicação de 3 jatos graduados de xilometazolina a 0,1% em cada narina;
- graduação da escala análoga visual 10 minutos após a aplicação de xilometazolina;
- rinomanometria 10 minutos após a aplicação de xilometazolina;
- rinometria acústica após rinomanometria.

O tempo para realização do protocolo do item 2 ao 10 foi, em média de 15 minutos por paciente.

Para comparar as diferenças em cada grupo foram realizados, após transformação logarítmica dos dados, testes de análise de variância com um fator, seguidos de testes de comparação múltipla de Tukey e de testes t pareados. Para comparar as diferenças entre os grupos foram realizados testes t não pareados. Foram consideradas diferenças significativas as que apresentaram $p < 0,01$.

4.2 - RESULTADOS

A tabela 5 indica o sexo, a idade e a distribuição dos casos nos grupos A (normais), B (desvio anterior do septo nasal) e C (congestão de mucosa nasal).

As tabelas 6 e 7 mostram, respectivamente, a área de secção transversal mínima e a resistência nasal ao fluxo aéreo nos três grupos em condições basais, com dilatador externo e após descongestionante nasal tópico.

- *Cavidade nasais normais* - tanto o dilatador externo como o descongestionante tópico aumentaram a área transversal mínima e diminuíram a resistência nasal significativamente ($p < 0,001$) (tabela 6 e 7). A melhora objetiva associou-se à sensação de aumento da permeabilidade nasal na maioria destes indivíduos (figura 16). O dilatador externo foi mais efetivo que o descongestionante em aumentar a área de secção transversal mínima ($p < 0,0001$) (tabela 6). Ambos foram igualmente efetivos na redução da resistência nasal ($p = 0,6$) (tabela 7) e na melhora da sensação de permeabilidade nasal ($p = 0,4$) (figura 16).

TABELA 5 - DISTRIBUIÇÃO DOS PARTICIPANTES EM CADA GRUPO DE ACORDO COM A IDADE E SEXO

GRUPOS	N	IDADE MÉDIA (INTERVALO)	HOMENS	MULHERES
A -	79	31 (16-58)	43	23
B -	28	34 (17-66)	20	8
C -	35	26 (16-49)	18	12

N = NÚMERO DE CAVIDADES NASAIS

TABELA 6 - ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSAL MÍNIMA (ATM) EM CAVIDADES NASAIS NORMAIS, COM DESVIO DE SEPTO E COM CONGESTÃO DE MUCOSA (ATM - cm²)

CONDIÇÕES DE TESTE	NORMAIS	DESVIO DE SEPTO	CONGESTÃO DE MUCOSA
BASAL	0,70±0,02 (0,43-1,34)	0,31±0,02 (0,045-0,55)	0,45±0,03 (0,16-0,74)
DILATADOR EXTERNO	0,91±0,02 (0,41-1,43) *p<0,0001	0,55±0,03 (0,06-0,94) *p<0,0001	0,56± 0,03 (0,2-0,8) *p<0,001
DESCONGESTIONANTE	0,79±0,02 (0,47-1,44) *p<0,0001	0,37±0,02 (0,12-0,56) *p<0,01	0,61±0,02 (0,35-0,82) *p<0,0001

Média±erro padrão (valores mínimo e máximo)

* p refere-se aos testes de comparação múltipla de Tukey e t pareados entre os valores basais e os valores com dilatador externo ou descongestionante.

TABELA 7 - RESISTÊNCIA NASAL EM CAVIDADES NASAIS NORMAIS, COM DESVIO DE SEPTO E COM CONGESTÃO DE MUCOSA (RN = Pa/cm³/s)

CONDIÇÕES DE TESTE	NORMAIS	DESVIO DE SEPTO	CONGESTÃO DE MUCOSA
BASAL	0,25±0,01	0,79±0,1	0,93±0,1
DILATADOR EXTERNO	0,19±0,01 *p<0,0001	0,39±0,07 *p<0,0001	0,71± 0,08 *p<0,001
DESCONGESTIONANTE	0,19±0,01 *p<0,0001	0,55±0,09 *p<0,01	0,27±0,09 *p<0,0001

Média±erro padrão

*p refere-se aos testes de comparação múltiplas de Tukey e T pareados entre os valores basais e os valores com dilatador externo ou descongestionante em cada grupo



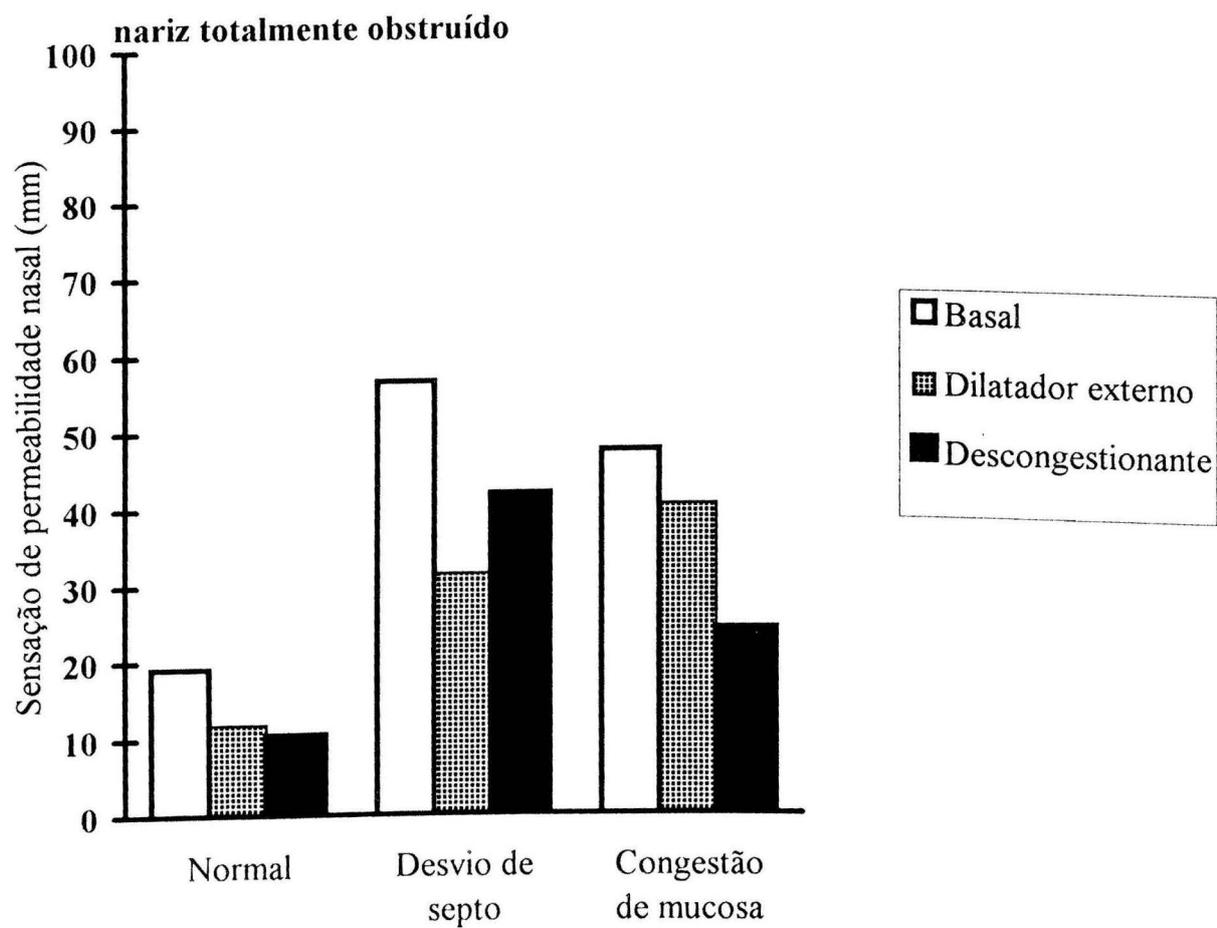


Fig. 16 - Efeito do dilatador externo e do descongestionante na sensação de permeabilidade nasal.

• *Desvio anterior do septo nasal* - tanto o dilatador externo como o descongestionante tópico aumentaram a área de secção transversal mínima (tabela 6), diminuíram a resistência nasal (tabela 7) e aumentaram a sensação de permeabilidade nasal (figura 16). Contudo estes efeitos foram bem mais pronunciados com o dilatador nasal externo do que com o descongestionante tópico (tabela 6 e 7) (figura 16). Tanto o dilatador como o descongestionante aumentaram o volume nasal no segmento entre 0 cm e 4 cm da cavidade nasal ($p < 0,0001$) (tabela 8). O descongestionante aumentou o volume nasal entre 4 cm e 8 cm da narina ($p < 0,0001$). O dilatador nasal também aumentou o volume nasal neste segmento, porém o mesmo não foi significativo pelos critérios assumidos no presente estudo ($p = 0,02$).

A figura 17 ilustra o gráfico de área em função da distância da narina encontrada na grande maioria dos pacientes com desvio anterior do septo nasal nas três condições testadas no estudo.

TABELA 8 - VOLUME NASAL EM CAVIDADES NASAIS COM DESVIO DE SEPTO NA ÁREA DA VÁLVULA NASAL (cm³)

CONDIÇÕES DE TESTE	VN : 0 cm - 4 cm da narina	VN : 4 cm - 8 cm da narina
BASAL	1.48±0.07 (0.28-2.3)	2.92±0.2 (0.13-6.18)
DILATADOR EXTERNO	1.77±0.05 (0.4-2.57) *p<0.0001	3.18±0.2 (0.19-8.12)
DESCONGESTIONANTE	1.60±0.05 (0.45-2.39) *p<0.001	4.06±0.2 (0.41-7.8) *p<0.0001

Média±erro padrão (valores mínimo e máximo)

VN = volume nasal entre 0 cm e 4 cm e entre 4 cm e 8 cm da narina.

* p refere-se aos testes de comparação múltipla de Tukey e t pareados entre os valores basais e os valores com dilatador externo ou descongestionante.

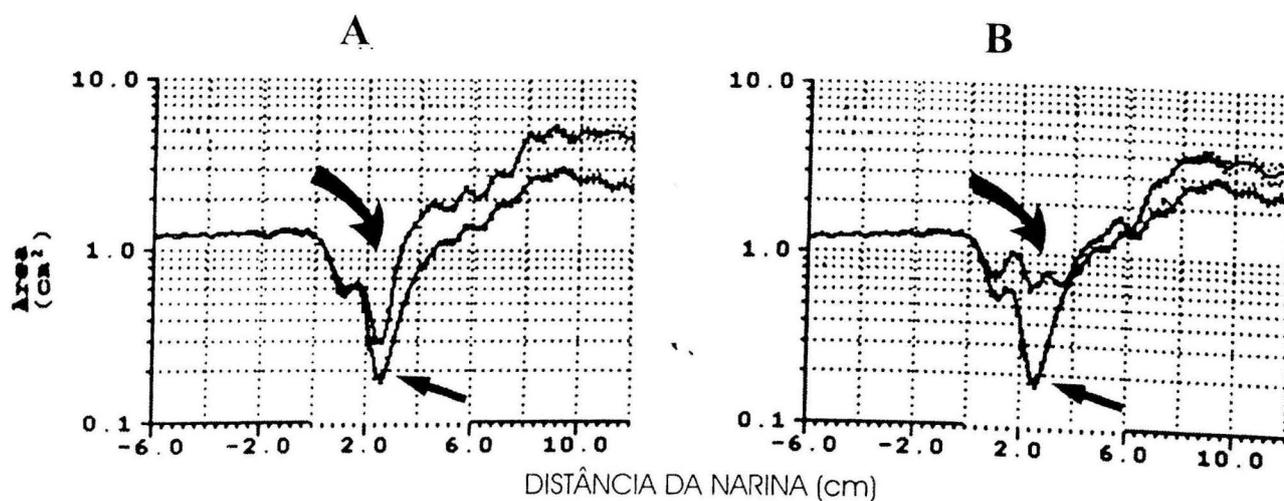


Fig. 17. A e 17.B - Desvio de septo: curvas habituais de área em função da distância da narina:

(A) antes e após a aplicação de descongestionante tópico (seta reta - área transversal mínima antes do vasoconstritor e seta curva - área transversal mínima após o vasoconstritor);

(B) com e sem o dilatador nasal externo (seta reta - área transversal mínima sem o dilatador externo e seta curva - efeito do dilatador externo sobre as áreas transversais nasais)

- *Congestão de mucosa* - como nos outros grupos, as medições objetivas da permeabilidade nasal melhoraram com o dilatador externo e com o descongestionante tópico. Ambos provocaram aumento de magnitude semelhante na área de secção transversal mínima (tabela 6). Contudo o descongestionante foi mais efetivo na redução da resistência nasal do que o dilatador externo ($p < 0,0001$) (tabela 7). O descongestionante tópico produziu marcado alívio no sintoma de obstrução nasal ($p < 0,0001$) (figura 16). Estes pacientes não apontaram melhora na sensação de permeabilidade nasal com a aplicação do dilatador externo ($p = 0,06$) (figura 16). O dilatador externo aumentou o volume nasal entre 0 cm e 4 cm da narina ($p < 0,001$). Porém o volume nasal no segmento entre 4 cm e 8 cm da narina não se alterou significativamente ($p = 0,07$) (tabela 9). O descongestionante tópico aumentou significativamente o volume nasal no segmento anterior da cavidade nasal (0 cm - 4 cm) ($p < 0,001$) e no segmento posterior da cavidade nasal (4 cm - 8 cm) ($p < 0,0001$) destes pacientes (tabela 9).

A figura 18 corresponde ao gráfico de área em função da distância da narina encontrada na grande maioria dos pacientes neste grupo nas três condições testadas no estudo. Em todos os casos a segunda constricção da área da válvula nasal foi menor do que a primeira em condições basais (curva W descendente).

TABELA 9 - VOLUME NASAL EM CAVIDADES NASAIS COM CONGESTÃO DE MUCOSA NA ÁREA DA VÁVULA NASAL (cm³)

CONDIÇÕES DE TESTE	VN : 0 cm - 4 cm da narina	VN : 4 cm - 8 cm da narina
BASAL	1.61±0.06 (0.54-2.58)	2.17±0.14 (0.38-5.82)
DILATADOR EXTERNO	1.85±0.06 (0.87-3.33) *p<0.0001	2.36±0.13 (0.45-6.49)
DESCONGESTIONANTE	2.01±0.06 (0.46-3.2) *p<0.0001	4.9±0.19 (1.26-8.76) *p<0.0001

Média±erro padrão (valores mínimo e máximo)

VN = volume nasal entre 0 cm e 4 cm e entre 4 cm e 8 cm da narina.

* p refere-se aos testes de comparação múltipla de Tukey e t pareados entre os valores basais e os valores com dilatador externo ou descongestionante.

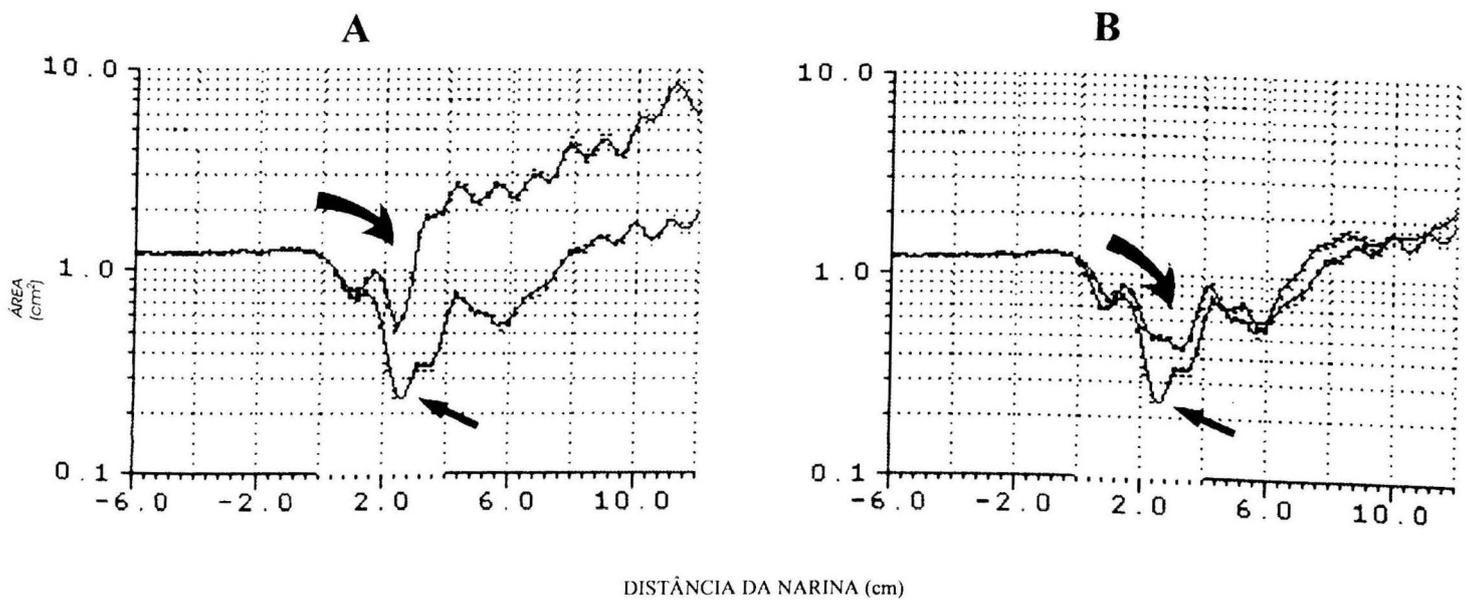


Fig. 18.A e 18.B - Congestão de mucosa nasal: curvas habituais de área em função da distância da narina: (A) antes e após a aplicação de descongestionante tópico (seta reta - área transversal mínima antes do vasoconstritor e seta curva - efeito do vasoconstritor sobre as áreas transversais nasais); (B) com e sem o dilatador nasal externo (seta reta - área transversal mínima sem o dilatador externo e seta curva - efeito do dilatador externo sobre as áreas transversais nasais)

5 - DISCUSSÃO

5.1 - ESTUDO I - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA GEOMETRIA E FUNÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL NORMAL OU COLAPSADA

Este estudo mostra que a área da válvula nasal de um grupo de pacientes com queixa de obstrução nasal pós-rinoplastia estética é menor do que a de uma amostra de indivíduos com cavidades nasais normais. Além disto, a geometria da área da válvula nasal encontra-se alterada nestes pacientes, demonstrando apenas uma área de constrictão anterior na rinometria acústica.

Como estes pacientes submeteram-se a intervenções cirúrgicas em outros hospitais, não se conhecem a área de secção transversal mínima ou a resistência nasal ao fluxo aéreo pré-operatórios. Igualmente são ignorados detalhes das técnicas cirúrgicas empregadas. Apesar disto, não surpreende o fato de a área da válvula nasal nos pacientes desta amostra ser menor do que a dos participantes normais. A insuficiência da válvula nasal é uma complicação potencial bem conhecida em rinoplastia redutora estética, usualmente por dano no arcabouço cartilaginoso e partes moles adjacentes que compõem essa região (54).

Embora Adamson et al. (161) não tenham observado alterações na resistência nasal em uma série de pacientes pós-rinoplastia estética, outros estudos verificaram prejuízo no fluxo aéreo e obstrução nasal em cerca de 10% dos casos (162,163). Além disto, Grymer (55), analisando o efeito da rinoplastia estética na permeabilidade nasal por rinometria acústica, constatou uma redução de 25% na área de secção transversal mínima na entrada da válvula nasal em relação aos valores pré-operatórios.

Estudos anteriores mostram que área de secção transversal mínima igual ou inferior a $0,4 \text{ cm}^2$ representa um valor crítico para a sensação de obstrução nasal (94,110,164). Os resultados do presente estudo reforçam esses achados. Os pacientes com obstrução nasal apresentaram área de secção transversal mínima média de $0,34 \text{ cm}^2$ em condições basais. Permaneceram sintomáticos após a aplicação de descongestionante tópico com área de secção transversal mínima média de $0,4 \text{ cm}^2$. O aumento da área para $0,64 \text{ cm}^2$, com a aplicação do dilatador nasal externo, foi acompanhado de marcado alívio sintomático. Mais ainda, no grupo de normais, os valores para a área transversal mínima na primeira ou na segunda cosntricção da curva rinométrica foram sempre superiores a $0,43 \text{ cm}^2$.

O achado de apenas uma área de constricção no gráfico de área contra distância da narina foi consistente no grupo de pacientes. A deformação no arcabouço cartilaginoso secundário à rinoplastia pode justificar este achado da rinometria. Outra explicação poderia ser a subestimação de áreas posteriores da

cavidade nasal que levaria à não detecção da segunda área de constricção observada em cavidades nasais normais (figura 19).

Como a área de secção transversal mínima média nestes casos foi muito pequena ($0,35 \text{ cm}^2$), os valores distais a esta região podem não ser acurados por questões inerentes à técnica de rinometria acústica. Contudo a aplicação do dilatador nasal externo aumentou significativamente a área de constricção anterior, confirmando a presença de colapso das cartilagens da área da válvula nasal.

Além de produzir um aumento importante na área e no volume nasal do segmento anterior do nariz, o dilatador externo aumentou significativamente ambos os parâmetros no segmento posterior da cavidade nasal (figura 19). Este achado sugere que o volume nasal em condições basais, entre 4 cm e 8 cm, foi inicialmente subestimado neste grupo. A potencial explicação é a pequena área de secção transversal mínima média de $0,35 \text{ cm}^2$ nestes pacientes em condições basais. Tal achado não foi observado nas cavidades nasais normais, onde a média da área de secção trasversal mínima basal foi de $0,70 \text{ cm}^2$ (figura 19). Isto reflete uma importante limitação da técnica de rinometria acústica, qual seja, subestimação de parâmetros distais a constricções anteriores significativas, como a da área da válvula nasal.

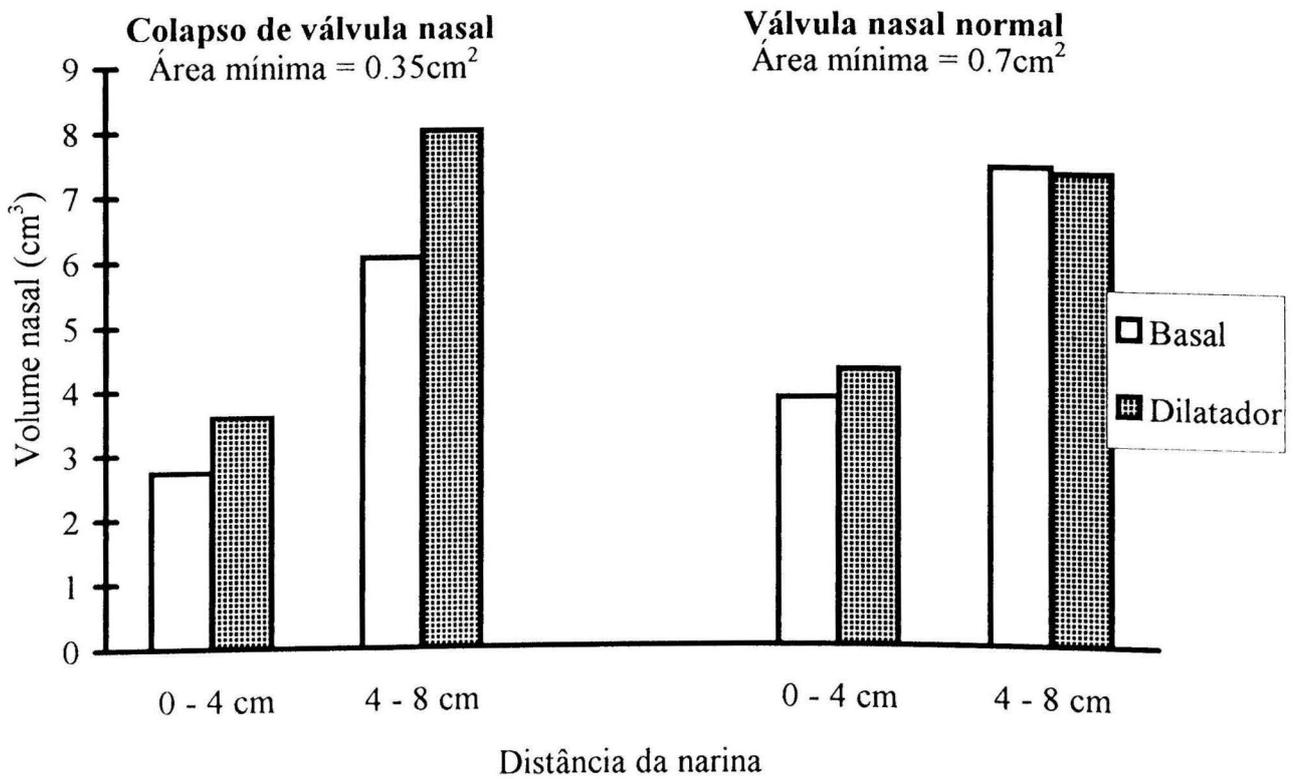


Fig. 19 - Efeito do dilatador nasal externo no volume nasal de cavidades com válvulas normais ou colapsadas.

Várias publicações mostram haver uma relação inversa e exponencial entre a área de secção transversal mínima e a resistência nasal ao fluxo aéreo (31,32,56,165). Os resultados do presente estudo corroboram esta relação. Por exemplo, no grupo de pacientes, o dilatador nasal externo, ao aumentar a área de secção transversal mínima em cerca de 80%, provocou uma redução na resistência nasal de 143%, justificando a marcada melhora sintomática referida pelos pacientes com este dispositivo. Assim sendo, o dilatador nasal externo constitui-se em um tratamento clínico efetivo para o alívio temporário da obstrução nasal por insuficiência ou colapso valvular pós-rinoplastia estética na presente série.

As curvas de área contra distância da narina apresentadas pelos participantes considerados normais mostraram claramente os dois sítios de constricção anteriores que constituem os limites da área da válvula nasal normal (figuras 8 e 20). Estes achados estão em acordo com os de estudos prévios que empregaram a rinometria acústica para avaliação da geometria de cavidades nasais normais em condições basais e após a aplicação de descongestionante tópico (13,95,96).

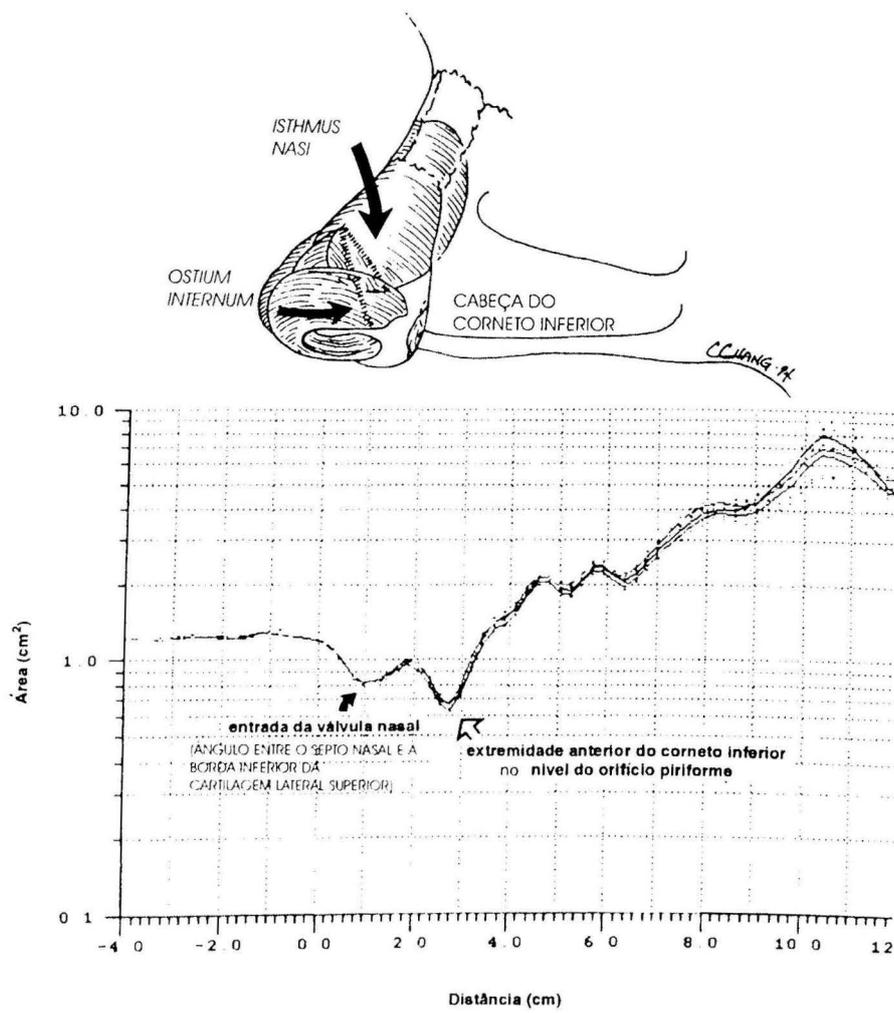


Fig. 20 - Limites da área da válvula nasal pela rinometria acústica.

Grymer et al. (13) utilizando adaptadores nasais não-anatômicos descreveram achados rinométricos semelhantes aos do presente estudo em adultos normais. Dois sítios de constricção foram observados na área da válvula nasal, sendo que o local mais estreito variou entre o primeiro e o segundo. De acordo com o estudo ora desenvolvido, a aplicação de descongestionante tópico também provocou deslocamento da área de secção transversal mínima em sentido anterior. Contudo a área transversal na entrada da válvula nasal e na cabeça do corneto inferior foi, em média, maior após a aplicação de descongestionante tópico do que a aqui registrada.

Lenders & Pirsig (95), também utilizando adaptadores nasais não-anatômicos, encontraram valores semelhantes aos da presente pesquisa em relação à primeira constricção e consideravelmente maiores em relação à segunda.

Contrariamente encontrado por Grymer et al. (13) e por este estudo, Lenders & Pirsig (95) verificaram que a área de secção transversal mínima localizou-se sempre na primeira constricção na entrada da válvula nasal. As discrepâncias de resultados podem estar relacionadas a diferentes: (a) critérios de inclusão na seleção dos participantes normais; (b) etnias; (c) tipos e quantidades de descongestionante tópico utilizados; (d) sinais acústicos; (e) tipos de adaptadores nasais (anatômico *versus* não-anatômico).

O equipamento e a técnica adotados neste estudo diferem em alguns aspectos dos utilizados por outros investigadores. Um alto-falante foi usado como fonte geradora de som no lugar do gerador de faísca elétrica, e o tubo condutor de som apresentava um terço do comprimento dos tubos usados em outros estudos. A diferença mais importante, porém, residiu no tipo de adaptador nasal utilizado na conexão do paciente ao tubo condutor de som. Adaptadores nasais anatômicos que não são inseridos no interior do vestíbulo nasal foram empregados ao invés de adaptadores do tipo bico de garrafa dos estudos de Grymer et al. (13) e de Lenders et al. (95) (figura 6) .

Um dos cuidados mais importantes a ser observado quando se realiza avaliação objetiva da geometria ou função nasal é evitar a distorção do segmento anterior complacente nasal e, conseqüentemente, a indução de falsos resultados. Alterações mínimas na área de secção transversal na válvula nasal podem produzir grandes modificações na resistência nasal ao fluxo aéreo (31,32,56,165).

Roithmann et al. (118) mostraram que, quando o adaptador nasal em forma de bico de garrafa é inserido alguns milímetros no interior do vestíbulo nasal para se obter uma boa interface e evitar escape de som, ocorrem invariavelmente distorção do vestíbulo nasal e valores superestimados para a área de secção transversal mínima. Isto pode explicar em parte as maiores áreas de secção transversal mínima dos estudos de Grymer e Lenders em comparação às deste estudo. Por esta razão o Comitê Internacional de Avaliação da Via Aérea Nasal preconiza, hoje, a utilização de adaptadores nasais não-invasivos ou anatômicos que não são inseridos no interior

do vestibulo nasal e, assim sendo, diminuem o risco de distorção da área da válvula nasal (166).

Masing (167) realizou medições diretas da área da entrada da válvula nasal a partir de um molde de cabeça de cadáver e encontrou valor igual a $0,64 \text{ cm}^2$. Bridger (7), valendo-se de radiografias simples contrastadas, calculou a área da entrada da válvula nasal, em 4 indivíduos normais, em $0,55 \text{ cm}^2$. Ambas as mensurações estão dentro do intervalo de valores encontrado no grupo de participantes normais do presente estudo ($0,5 - 1,09 \text{ cm}^2$).

A localização da área de secção transversal mínima nas cavidades nasais normais neste estudo foi a segunda constricção no gráfico de área contra distância da narina (figura 18). Este achado está de acordo com os de Bachmann (9) e Haight & Cole (2) que localizaram a menor área na cavidade nasal, por meio de impressões a partir de cadáveres e de medições de resistência nasal, na cabeça do corneto inferior na abertura piriforme. Como no estudo de Grymer et al. (13), observou-se também que, com a aplicação de descongestionante, a área mínima se desloca anteriormente, pela retração da cabeça do corneto inferior.

Buenting et al. (122) observaram, em crianças, que existe sistematicamente um atraso de resposta (*response lag*) na curva de área contra distância da narina, ou seja, que o local exato da válvula nasal não pode ser determinado pela rinometria acústica. Contudo os achados deste estudo localizam a área da válvula nasal na porção mais anterior da cavidade nasal, confirmando pesquisas prévias que

utilizaram tomografia computadorizada e rinomanometria (11,12,48). Além disto, Grymer et al. (13) encontraram significativa correlação entre medições diretas da narina à entrada da válvula nasal e à cabeça do corneto inferior e os achados da rinometria acústica.

Tanto o descongestionante tópico como o dilatador nasal externo produziram sensação de melhora na respiração pelo nariz na amostra de indivíduos normais, provavelmente em consequência do aumento da área de secção transversal mínima e da redução da resistência nasal na região limitante do fluxo aéreo, ou melhor, na área da válvula nasal. No entanto o benefício da aplicação do dilatador nasal em indivíduos normais a médio e longo prazo não pode ser estabelecido por este estudo. Primeiro porque as medições foram realizadas em apenas um curto período de tempo. Segundo, porque a turbulência nas correntes aéreas que ocorre normalmente na área da válvula nasal é vital para o adequado condicionamento do ar inspirado.

O dilatador nasal externo ampliou a área de secção transversal nos dois estreitamentos da válvula nasal normal, enquanto o descongestionante tópico agiu principalmente no estreitamento mais distal, onde predomina tecido erétil da cabeça do corneto inferior. No grupo de pacientes, o efeito do dilatador nasal externo foi muito superior ao do descongestionante tópico, pois o problema básico situa-se nas cartilagens nasais e não na mucosa nasal. Daí a importância de incorporar na rotina da rinometria acústica, em pacientes com suspeita de disfunção da válvula nasal, medições com e sem a aplicação do dilatador nasal externo (168).

Esta rotina é seguida por alguns centros há vários anos na realização da rinomanometria (40,43). Além do descongestionante tópico, utiliza-se de rotina a retração das cartilagens alares para avaliar a influência do componente cartilaginoso da válvula nasal na resistência nasal total. O uso do dilatador nasal externo tem vantagens sobre os dilatadores internos na realização da rinometria acústica, pois não interfere na condução do som e, conseqüentemente, no cálculo da área de secção transversal do nariz.

Este estudo mostra que o dilatador nasal externo é efetivo no aumento da área de secção transversal de pacientes com obstrução nasal pós-rinoplastia, nos quais o teste de Cottle foi positivo. A persistência do sintoma com o teste de Cottle pode indicar a existência de sinéquias e/ou retrações cicatriciais na área da válvula nasal (28), mas tais casos não fizeram parte da amostra aqui considerada. Especulou-se que a aplicação do dilatador externo nessas situações possa ser útil no diagnóstico diferencial entre retração cicatricial ou colapso na área da válvula nasal. Porém os dados do presente estudo não permite tal conclusão. Mais ainda, os resultados apresentados impedem qualquer extrapolação de potenciais benefícios do dilatador nasal externo no manejo do ronco, da apnéia obstrutiva do sono ou mesmo na melhora do desempenho durante exercício físico.

A geometria da área da válvula nasal pode ser claramente definida pela rinometria acústica (figura 20). A realização do exame com o uso rotineiro do dilatador externo e do descongestionante tópico auxilia a documentação objetiva dos achados da rinoscopia anterior e a melhor definir o papel dos tecidos erétil e não-

eréttil da parede lateral nasal. Entretanto é muito importante reconhecer que a rinometria acústica é um exame estático, realizado enquanto o indivíduo pára de respirar. Portanto não sofre influência do fluxo aéreo nasal e não detecta, por exemplo, colapso de válvula nasal que ocorra somente durante inspiração. Correlação clínica é mais importante nesses casos ou mesmo a rinomanometria, que é o teste mais apropriado para definição da função da válvula nasal (24,38).

A rinometria acústica determina a geometria estática do lúmen da área da válvula nasal e as alterações provocadas pela aplicação de descongestionante tópico ou do dilatador nasal externo. A reprodutibilidade da técnica é muito alta quando um protocolo como o descrito é seguido, podendo os participantes atuar como seus próprios controles em investigações clínicas ou para monitoramento de terapia clínica e/ou cirúrgica (123). Outra importante vantagem da técnica é dispensar maior colaboração dos pacientes, necessitando de poucos segundos para ser realizada. Em um órgão dinâmico como o nariz, tal característica é fundamental para que se obtenham valores com significado. Os resultados da rinometria acústica, contudo, devem ser considerados em função dos achados clínicos e da rinoscopia para terem significado.

A probabilidade de que as alterações cíclicas e/ou não-cíclicas da mucosa nasal possam ter influenciado nos resultados do presente estudo deve, como em qualquer investigação clínica de respostas nasais, ser sempre considerada. Contudo a padronização do protocolo utilizado neste estudo e o curto período de tempo gasto em sua aplicação, diminuem muito as chances de interferência significativa do

ciclo nasal sobre os resultados. Além disto, os critérios de significância estatística foram bem exigentes para a interpretação dos achados ($p < 0,01$).

A ocorrência de erros aleatórios que, em tese, tendem a aumentar a variabilidade das medições, diminui consideravelmente quando se adotam um protocolo padronizado e uma sistematização na realização do exame (123). Erros sistemáticos inerentes às bases teóricas da técnica devem ser sempre considerados, e os valores absolutos da área de secção transversal mínima e do volume nasal, interpretados com cautela. Afortunadamente, estudos de validação mostram que tais erros exercem seu efeitos principalmente a partir dos estreitamentos da área da válvula nasal (67,132).

5.2 - ESTUDO II - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA OBSTRUÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL POR DESVIO E SEPTO OU CONGESTÃO DE MUCOSA

Este estudo mostrou que a aplicação do dilatador nasal externo melhorou substancialmente as aferições objetivas da permeabilidade nasal e produziu alívio sintomático importante em pacientes com obstrução nasal secundária a desvio de septo na área da válvula nasal. Nestes pacientes, o efeito do descongestionante tópico foi menor do que o produzido pelo dilatador externo, tanto nas aferições objetivas como subjetivas da permeabilidade nasal. Assim sendo, os achados da rinometria acústica substanciaram os da rinoscopia anterior, confirmando a predominância de um componente estrutural obstrutivo neste grupo.

O mecanismo de ação do dilatador nasal externo é simples e similar ao do teste de Cottle (28). No teste de Cottle, o examinador abre a válvula nasal ao pressionar a bochecha lateralmente, ao passo que o dilatador externo age diretamente nas cartilagens complacentes tracionando-as em direção lateral e abrindo o segmento alar da válvula.

Pacientes com congestão de mucosa mostraram melhora nos parâmetros avaliados, área transversal mínima e resistência nasal com a aplicação do dilatador nasal externo. Tais alterações, no entanto, não se acompanharam de melhora no sintoma de obstrução nasal.

Estudos prévios mostram existir uma fraca correlação entre a resistência nasal ou a área de secção transversal mínima e a sensação de permeabilidade nasal (34,154,169,170), o que poderia justificar, em parte, a discordância entre os achados objetivos e os subjetivos no grupo de pacientes com congestão de mucosa nasal. Contudo a fraca relação entre a resistência nasal ao fluxo aéreo ou a área mínima e a permeabilidade nasal foi demonstrada somente em indivíduos normais (154). Mais ainda, os estudos que avaliaram a relação entre a resistência nasal unilateral e/ou a área de secção transversal mínima unilateral e a obstrução nasal, em pacientes, mostraram significativa correlação entre estas variáveis (30,56).

A análise do efeito do dilatador nasal e do descongestionante tópico no volume nasal pode melhor explicar a discrepância observada entre respostas objetivas e subjetivas nos pacientes com congestão de mucosa. O cálculo do volume nasal leva em consideração a análise de um segmento maior da cavidade nasal ao invés de um único ponto, como no cálculo da área transversal mínima. O dilatador externo, apesar de aumentar a área transversal mínima e diminuir a resistência nasal, não interferiu no efeito obstrutivo da congestão de mucosa no interior da cavidade nasal propriamente dita (figura 21). Já o descongestionante tópico ampliou significativamente as áreas de secção transversal e, conseqüentemente, o volume nasal, em toda a extensão da cavidade nasal. Portanto, essa é a muito provável justificativa para a marcada melhora na sensação de obstrução nasal experimentada pelos pacientes nesta situação (figura 21).

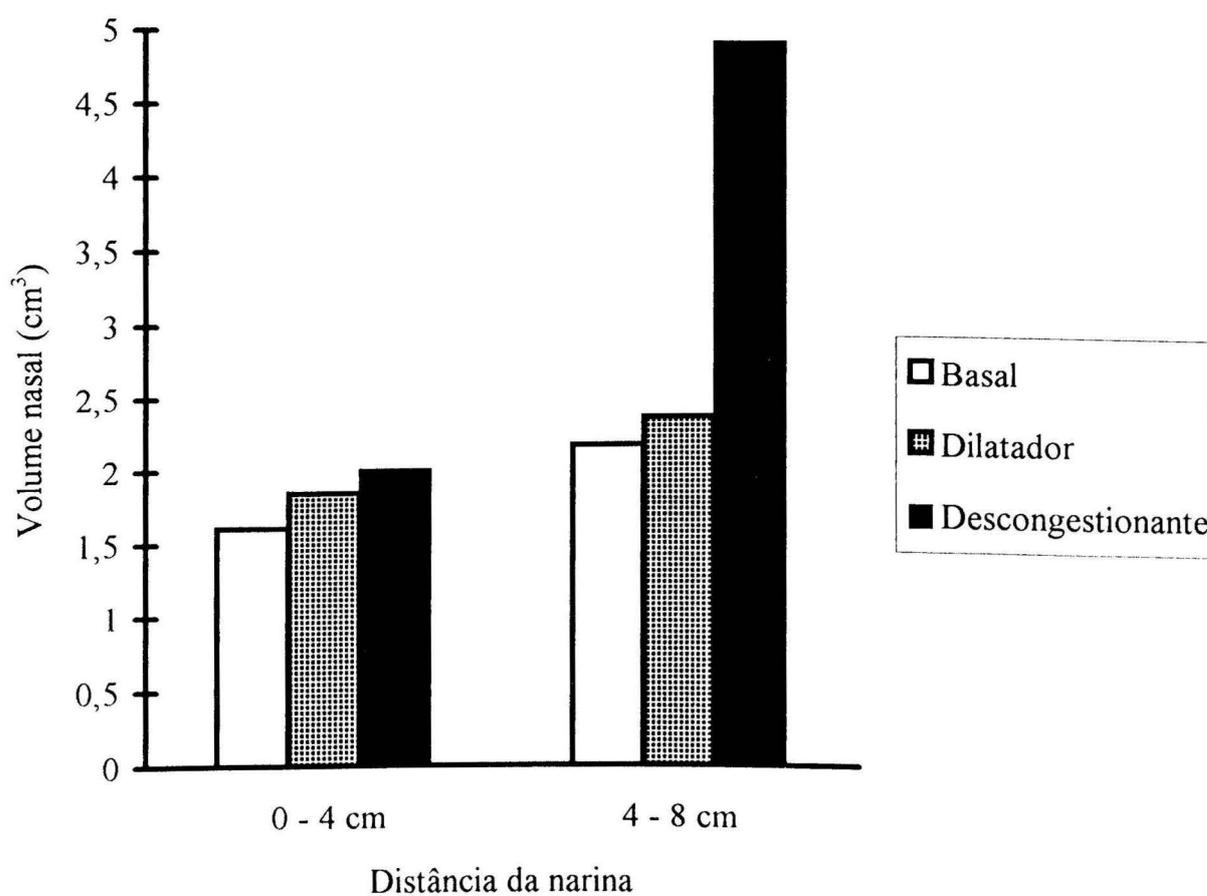
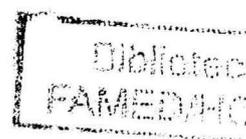


Fig. 21 - Efeito do dilatador nasal externo e do descongestionante no volume nasal de cavidades com congestão de mucosa na área da válvula nasal.

Os resultados do presente estudo corroboram, em parte, os achados previamente descritos de que a área transversal mínima de $0,4 \text{ cm}^2$ seja um valor crítico para o surgimento do sintoma de obstrução nasal (94,164). Pacientes com obstrução nasal e desvio septal na área da válvula nasal apresentaram área transversal mínima basal média de $0,31 \text{ cm}^2$. Os mesmos obtiveram discreta melhora na sensação de permeabilidade nasal com a aplicação do descongestionante tópico e o aumento da área transversal mínima média para $0,37 \text{ cm}^2$. Um importante alívio da obstrução nasal só ocorreu após a aplicação do dilatador externo, que aumentou a área transversal média para $0,55 \text{ cm}^2$. Os achados neste grupo de pacientes foram muito semelhantes aos verificados na amostra de pacientes com colapso da válvula nasal pós-rinoplastia estética descritos no Estudo I. Ambos os estudos confirmam $0,4 \text{ cm}^2$ como um valor crítico para o surgimento do sintoma de obstrução nasal em pacientes com desvio anterior de septo nasal ou colapso na área da válvula nasal.

Contudo a análise da área transversal mínima na amostra de pacientes com congestão de mucosa não indica $0,4 \text{ cm}^2$ como um valor crítico para o surgimento do sintoma de obstrução nasal. Contrariamente, os pacientes desta amostra permaneceram sintomáticos mesmo após a aplicação do dilatador nasal e o aumento da área transversal mínima para $0,56 \text{ cm}^2$. Conseqüentemente, os resultados indicam que o valor crítico para a área de secção transversal mínima de $0,4 \text{ cm}^2$, demonstrado em trabalhos prévios e nos dois estudos, ora realizados, parecem ser válidos para cavidades nasais com problemas estruturais e não de mucosa (94,110,164).

Os dados da presente investigação sugerem o cálculo do volume nasal como parâmetro objetivo a ser relacionado com o sintoma de obstrução nasal em pacientes com congestão de mucosa.

Indivíduos com cavidades nasais normais também demonstraram um aumento na área de secção transversal nasal mínima e uma redução da resistência nasal, acompanhados de uma sensação de melhora na respiração com o dilatador externo. O benefício em indivíduos normais é facilmente entendido em função da contribuição da área da válvula nasal na resistência nasal total. Estudos mostram que a resistência nasal ao fluxo aéreo na área da válvula nasal, em adultos normais e em condições basais, representa até 68% da resistência nasal total (2,12,171). Mais ainda, Roithmann et al. (56) registraram, por rinometria acústica e rinomanometria, que mesmo um aumento milimétrico na área de secção transversal mínima, pode produzir exponencial redução da resistência nasal ao fluxo aéreo. Isto explica a sensação de melhora na permeabilidade nasal demonstrada pelos participantes normais.

O dilatador externo provocou uma redução média de 23% na resistência nasal nos indivíduos normais da amostra avaliada. Este efeito foi muito semelhante aos descritos anteriormente em relação a um dilatador nasal interno testado em indivíduos normais (57).

Como se pode ver no Estudo I, o dilatador nasal aumentou a área de secção transversal e provocou importante alívio do sintoma de obstrução nasal em casos de

colapso de válvula nasal pós-rinoplastia estética. Este estudo indica que o dilatador externo é também benéfico quando o septo nasal é o componente obstrutivo da área da válvula nasal. Contudo é importante salientar que as aferições foram realizadas em apenas um determinado momento, e este estudo não possibilita conclusões em relação à estabilidade do efeito do dilatador externo nos indivíduos da amostra.

Os achados deste estudo não apontam o dilatador nasal externo como uma opção terapêutica para o manejo de patologias nasais que se acompanham de congestão da mucosa nasal, como as rinites alérgicas e não alérgicas.

6 - CONCLUSÕES

6.1 - ESTUDO I - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA GEOMETRIA E FUNÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL NORMAL OU COLAPSADA

- A rinometria acústica mostra que a área da válvula nasal nas cavidades nasais normais neste estudo é uma unidade constituída de dois sítios de constricção: o primeiro mais anterior, que denominamos de entrada da área da válvula nasal, e o segundo mais posterior e de menores dimensões transversais, na cabeça do corneto inferior.

- A rinometria acústica mostra que a área da válvula nasal nos pacientes com obstrução nasal pós-rinoplastia neste estudo apresenta uma única área de constricção e tem menores dimensões transversais do que a área da válvula nasal em cavidades nasais normais.

- O dilatador nasal externo aumenta a área de secção transversal nas duas constricções da válvula nasal normal, enquanto o descongestionante tópico amplia a área apenas da segunda constricção da válvula nasal.

- O dilatador externo produz importante aumento da área da válvula nasal em caso de insuficiência valvular pós-rinoplastia estética, acompanhado de marcado alívio da obstrução nasal. O mesmo não é observado com vasoconstricção tópica.

6.2 - ESTUDO II - O EFEITO DO DILATADOR NASAL EXTERNO NA OBSTRUÇÃO DA ÁREA DA VÁLVULA NASAL POR DESVIO DE SEPTO OU CONGESTÃO DE MUCOSA

- O dilatador nasal externo proporciona alívio temporário da obstrução nasal secundária a desvio de septo na área da válvula nasal. Apesar de o descongestionante nasal tópico também produzir aumento da área da válvula nasal e alívio da obstrução nasal nestes casos, tais efeitos são de menores proporções do que os produzidos pelo dilatador nasal externo.

- Não há evidência de que o dilatador nasal externo seja útil no tratamento de doenças associadas à congestão de mucosa na área da válvula nasal.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kern EB. Surgical approaches to abnormalities of the nasal valve. *Rhinology* 1978;16:165-89.
2. Haight JSJ, Cole P. The site and function of the nasal valve. *Laryngoscope* 1983;93:49-55.
3. Kasperbauer JL, Kern EB. Nasal valve physiology: implications in nasal surgery. *Otolaryngol Clin North Am* 1987;20:699-719.
4. Mink PJ. Le nez comme voie respiratoire. *Presse Otolaryngol (Belg)* 1903;481-96.
5. Uddstromer M. L'importance des cornets pour la resistance dans le nez normal. *Acta Otolaryngol* 1940;28:364-70.
6. Van Dishoeck HA. The part of the valve and turbinates in total nasal resistance. *Int Rhinol* 1965;3:19-26.
7. Bridger GP. Physiology of the nasal valve. *Arch Otolaryngol* 1970;92:543-53.
8. Bridger GP, Proctor DF. Maximum nasal inspiratory flow and nasal resistance. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1970;79:481-8.
9. Bachmann W, Legler U. Studies on the structure and function of the anterior section of the nose by means of luminal impressions. *Acta Otolaryngol Stockh* 1972;73:433-42.
10. Cole P, Havas T. Nasal resistance to respiratory airflow: a plethysmographic alternative to the face mask. *Rhinology* 1987;25:159-66.
11. Jones AS, Wight RG, Stevens JC, Beckingham E. The nasal valve: a physiological and clinical study. *J Laryngol Otol* 1988;102:1089-94.
12. Hirschberg A, Roithmann R, Parikh S, Miljeteig H, Cole P. The airflow resistance profile of healthy nasal cavities. *Rhinology* 1995;33:10-3.
13. Grymer LF, Hilberg O, Pedersen OF, Rasmussen TR. Acoustic rhinometry: values from adults with subjective normal nasal patency. *Rhinology* 1991;29:35-47

14. Cottle MH. The structure and function of the nasal vestibule. *Arch Otolaryngol* 1955;62:173-81.
15. Calhoun KH, House W, Hokanson JA, Quinn FB. Normal nasal airway resistance in noses of different sizes and shapes. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1990;103:605-9.
16. Morgan NJ, MacGregor FB, Birchall MA, Lund VJ, Sittampalam Y. Racial differences in nasal fossa dimensions determined by acoustic rhinometry. *Rhinology* 1995;33:224-8.
17. Ohki M, Naito K, Cole P. Dimensions and resistances of the human nose: racial differences. *Laryngoscope* 1991;101:276-8.
18. Cole P. The respiratory role of the upper airways: a selective clinical and pathophysiological review. St Louis: Mosby; 1993. 164 p.
19. Hinderer KH. Physiology. In: Hinderer KH, editor. *Fundamentals of anatomy and surgery of the nose*. Birmingham: Aesculapius Publishing; 1971. p. 26-31.
20. Hinderer KH. Essential considerations of the nasal tissues. *Int Rhinol* 1963;1:101-5.
21. Proetz AW. Air currents in the upper respiratory tract and their clinical importance. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1951;60:439-67.
22. Cole P. Upper respiratory airflow. In: Proctor DF, Andersen OB, editors. *The nose: upper airway physiology and the atmospheric environment*. Elsevier Biomedical Press; 1982. p. 163-89.
23. Swift DL, Proctor DF. Access of air to the respiratory tract. In: Proctor DF, Reid LM, editors. *Respiratory Defense Mechanisms*. New York: Marcel Dekker, Inc.; 1977. p. 63-93.
24. Cole P, Roithmann R. The nasal valve and current technology. *Am J Rhinol* 1996;10:23-31.
25. Van Dishoeck HA. Electrogram of the alar muscles and the nasal resistance curve. *Acta Otolaryngol* 1937;25:285-95.
26. Niinimaa V, Cole P, Mintz S, Shephard RJ. The switching point from nasal to oro-nasal breathing. *Respir Physiol* 1980;42:61-71.
27. Hardcastle PF, Von Haacke N, Murray JAM. Observer variation in clinical examination of the nasal airway. *Clin Otolaryngol* 1985;10:3-7.
28. Heinberg CE, Kern EB. The Cottle sign: an aid in the physical diagnosis of nasal airflow disturbance. *Int Rhinol* 1973;11:89.

29. Clement PAR. Committee report on standardization of rhinomanometry. *Rhinology* 1984;22:151-5.
30. McCaffrey TV, Kern EB. Clinical evaluation of nasal obstruction. A study of 1.000 patients. *Arch Otolaryngol* 1979;105:542-5.
31. Chaban R, Cole P, Naito K. Simulated septal deviations. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1988;114:413-5.
32. Cole P, Chaban R, Naito K, Oprysk D. The obstructive nasal septum: effect of simulated deviations on nasal airflow resistance. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1988;114:410-2.
33. Naito K, Cole P, Chaban R, Oprysk D. Nasal resistance, sensation of obstruction, and rhinoscopic findings compared. *Am J Rhinol* 1988;2:65-9.
34. Naito K, Cole P, Frascchetti J, Humphrey D. Nasal patency: subjective and objective. *Am J Rhinol* 1989;3:93-7.
35. Pallanch JF, McCaffrey TV, Kern EB. Evaluation of nasal breathing function. In: Cummings CW, Fredrickson, JM, Harther LA, Krause CJ, Shuller DE, editors. *Otolaryngology-Head Neck Surgery*. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 1993. p. 665-86.
36. Gordon AS, McCaffrey TV, Kern EB, Pallanch JF. Rhinomanometry for preoperative and postoperative assessment of nasal obstruction. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1989;101:20-6.
37. Roithmann R, Cole P. Objective assessment of the nasal airway: why, when, how? *J Bras Otorrinolaringol* 1995;12:12-6.
38. Bonilla JS, McCaffrey TV, Kern EB. The nasal valve: a rhinomanometric evaluation of maximum nasal inspiratory flow and pressure curves. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1986;95:229-32.
39. Cole P, Roithmann R. Rhinomanometry. In: Gershwin ME, Incaudo GA, editors. *Diseases of the sinuses*. Totowa: Humana Press; 1996. p. 451-68.
40. Cole P. Toronto rhinomanometry: laboratory, field and clinical studies. *J Otolaryngol* 1988;17:331-5.
41. Neves Pinto RM, Saraiva MS. Rinomanometria computadorizada. *Folha Med* 1992;104:75-82.
42. Arrais A, Diniz JJ, Chami FA, Zopello DL, Castro RHA, Kim CD. Permeabilidade nasal em crianças e adolescentes. *Acta AWHO* 1994;13:121-5.

43. Guillette BJ, Perry CJ. Use of nasal valve stent with anterior rhinometry to quantitate nasal valve obstruction. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1990;99:175-8.
44. Lancer JM, Jones AS. The Francis Alae nasi prop and nasal resistance to airflow. *J Laryngol Otol* 1986;100:539-41.
45. Pallanch JF, McCaffrey TV, Kern EB. Normal nasal resistance. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1985;93:778-85.
46. Jones AS, Lancer JM, Stevens JC, Beckingham E. Nasal resistance to airflow (its measurement, reproducibility, and normal parameters). *J Laryngol Otol* 1987;101:800-8.
47. Bachmann W, Mannheim. The present status of rhinomanometry. *Rhinology* 1976;14:5-9.
48. Cole P, Haight JS, Cooper PW, Kassel EE. A computed tomographic study of the nasal mucosa: effects of vasoactive substances. *J Otolaryngol* 1983;12:58-60.
49. Cole P, Haight J, Naito K, Kucharczyk W. Magnetic resonance imaging of the nasal airways. *Am J Rhinol* 1989;3:63-7.
50. Fomon S, Gilbert JG, Caron AL, Segal S. Collapsed ala. *Arch Otolaryngol* 1950;51:465-84.
51. Desprez JD, Kiehn CL. Valvular obstruction of the nasal airway. *Plast Reconstr Surg* 1975;56:307-13.
52. O'Neil G, Tolley NS. Theoretical considerations of nasal airflow mechanics and surgical implications. *Clin Otolaryngol* 1988;13:273-7.
53. Sachs ME. Post-rhinoplastic nasal obstruction. *Otolaryngol Clin North Am* 1989;22:319-32.
54. Kern EB. Nasal valve surgery. In: Krause CJ, Pastorek N, Mangat DS, editors. *Aesthetic facial surgery*. Philadelphia: J.B. Lippincott Company; 1994. p. 175-87.
55. Grymer LF. Reduction rhinoplasty and nasal patency: change in the cross-sectional area of the nose evaluated by acoustic rhinometry. *Laryngoscope* 1995;105:429-31.
56. Roithmann R, Cole P, Chapnik J, Szalai JP, Barreto SM, Zamel N. A correlative study of acoustic rhinometry, nasal resistance and the sensation of nasal patency. *J Otolaryngol* 1994;23:454-8.
57. Petruson B. Improvement of the nasal airflow by the nasal dilator. *Nozivent. Rhinology* 1988;26:289-92.

58. Francis A. Medical and surgical appliances: an alae nasi prop. *BMJ* 1905;2:1461.
59. Metes A, Cole P, Hoffstein V, Miljeteig H. Nasal airway dilation and obstructed breathing in sleep. *Laryngoscope* 1992;102:1053-5.
60. Lioth S, Petruson B. Improved nasal breathing reduces snoring and morning tiredness. A 6 month follow up. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1996;122:1337-40.
61. Adamson JE. Constriction of the internal nasal valve in rhinoplasty: treatment and prevention. *Ann Plast Surg* 1987;18:114-21.
62. Hurst WB. Internal nasal implant to correct nasal valve obstruction. *J Laryngol Otol* 1978;92:47-50.
63. Ochi JW, DeWerd DL. Surgery for bilateral nasal valvular collapse. *Rhinology* 1988;26:105-10.
64. Gunter JP, Rohrich RJ. Correction of the pinched nasal tip with alar spreader grafts. *Plast Reconstr Surg* 1992;90:821-9.
65. Jeppesen F, Jeppesen JS. Insufficiency of the nasal valve or nozzle and its treatment. *Ear Nose Throat J* 1992;71:27-37.
66. Paniello RC. Nasal valve suspension: an effective treatment for nasal valve collapse. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1996;122:1342-6.
67. Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. *J Appl Physiol* 1989;66:295-303.
68. DuBois AB, Brody AW, Lewis DH, Burgess Jr F. Oscillation mechanics of lungs and chest in man. *J Appl Physiol* 1956;8:587-94.
69. Van den Berg JW. An electrical analogue of the trachea, lungs, and tissues. *Acta Physiol Pharmacol Neerl* 1996;9:361-85.
70. Sondhi MM, Gopinath B. Determination of vocal-tract shape from impulse response at the lips. *J Acoust Soc Am* 1971;49:1867-73.
71. Jackson AC, Butler JP, Millet EJ, Hoppin FG, Dawson SV. Airway geometry by analysis of acoustic pulse response measurements. *J Appl Physiol* 1977;43:523-36.
72. Fredberg JJ, Wohl ME, Glass GM, Dorkin HL. Airway area by acoustic reflections measured at the mouth. *J Appl Physiol* 1980;48:749-58.

73. Ware JA, Aki K. Continuous and discrete inverse scattering problems in a stratified elastic medium. I. Plane waves at normal incidence. *J Acoust Soc Am* 1969;45:911-21.
74. Brooks LJ, Castile RG, Glass GM, Griscom NT, Wohl ME, Fredberg JJ. Reproducibility and accuracy of airway areas by acoustic reflections. *J Appl Physiol* 1984;57:777-87.
75. Jackson AC, Olson DE. Comparison of direct and acoustical area measurements in physical models of human central airways. *J Appl Physiol* 1980;48:896-902.
76. Jackson AC, Krevans JR. Tracheal cross-sectional areas from acoustic reflections in dogs. *J Appl Physiol* 1984;57:351-3.
77. D'Urzo AD, Lawson VG, Vassal KP, Rebeck AS, Slutsky AS, Hoffstein V. Airway areas by acoustic response measurements and computerized tomography. *Am Rev Respir Dis* 1987;135:392-5.
78. D'Urzo AD, Rubinstein I, Lawson VG, Vassal KP, Rebeck AS, Slutsky AS, et al. Comparison of glottic areas measured by acoustic reflections vs computerized tomography. *J Appl Physiol* 1988;64:367-70.
79. Brooks LJ, Byard PJ, Fouke JM, Strohl KP. Reproducibility of measurements of upper airway area by acoustic reflection. *J Appl Physiol* 1989;66:2901-5.
80. Brown IG, Zamel N, Hoffstein V. Pharyngeal cross-sectional area in normal men and women. *J Appl Physiol* 1986;61:890-5.
81. Hoffstein V, Zamel N. Tracheal stenosis measured by the acoustic reflection technique. *Am Rev Respir Dis* 1984;130:472-5.
82. Rivlin J, Hoffstein V, Kalbfleish J, McNicholas J, Zamel N, Bryan AC. Upper airway morphology in patients with idiopathic obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1984;129:355-60.
83. Brown I, Bradley TD, Zamel N, Phillipson EA, Hoffstein V. Pharyngeal compliance in snoring subjects with and without obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1985;132:211-5.
84. Fouke JM, Strohl KP. Effect of position and lung volume on upper airway geometry. *J Appl Physiol* 1987;63:375-80.
85. Brown I, McClean PA, Boucher R, Zamel N, Hoffstein V. Changes in pharyngeal size with posture and application of continuous positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1987;136:628-32.

86. Bradley D, Brown IG, Grossman RF, Zamel N, Martinez D, Phillipson EA et al. Pharyngeal size in snorers, non-snorers and patients with obstructive sleep apnea. *N Engl J Med* 1986;315:1327-31.
87. Rubinstein I, Colapinto N, Rotstein LE, Brown IG, Hoffstein V. Improvement in upper airway function after weight loss in patients with obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1192-5.
88. Rubinstein I, England SJ, Zamel N, Hoffstein V. Glottic dimensions and movements during vital capacity maneuvers in normal males and females. *Respir Physiol*. In press 1997.
89. Hoffstein V, Castile R, O'Donnell CR, Glass GM, Strieder D, Wohl MEB, et al. In vivo estimation of tracheal distensibility and hysteresis in normal adults. *J Appl Physiol* 1987;63:2482-9.
90. Katz I, Zamel N, Rebuck AS, Slutsky AS, Hoffstein V. Relative hysteresis of the airways and lung parenchyma in normal subjects. *J Appl Physiol* 1988;65:2390-4.
91. Rubinstein I, Hoffstein V, Rebuck AS, Zamel N, D'Urzo AD, Slutsky A. Dichotomous airway response to exercise in asthmatic patients. *Am Rev Respir Dis* 1988;138:1164-8.
92. Hoffstein V. Relationship between lung volume, maximum expiratory flow, forced expiratory volume in one second, and tracheal area in normal men and women. *Am Rev Respir Dis* 1986;134:956-61.
93. Brooks LJ, Byard PJ, Helms RC, Fouke JM, Strohl KP. Relationship between lung volume and tracheal area as assessed by acoustic reflection. *J Appl Physiol* 1988;64:1050-4.
94. Grymer LF, Hilberg O, Elbrond O, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: evaluation of the nasal cavity with septal deviations, before and after septoplasty. *Laryngoscope* 1989;99:1180-7.
95. Lenders H, Pirsig W. Diagnostic value of acoustic rhinometry: patients with allergic and vasomotor rhinitis compared with normal controls. *Rhinology* 1990;28:5-16.
96. Fouke JM, Jackson AC. Acoustic rhinometry: effects of decongestants and posture on nasal patency. *J Lab Clin Med* 1992;119:371-6.
97. Yamagiwa M, Hilberg O, Pedersen OF, Lundqvist GR. Evaluation of the effect of localized skin cooling on nasal airway by acoustic rhinometry. *Am Rev Respir Dis* 1990;141:1050-4.

98. Austin CE, Foreman JC. Acoustic rhinometry compared with posterior rhinomanometry in the measurement of histamine- and bradykinin-induced changes in nasal airway patency. *Br J Clin Pharmacol* 1994;37:33-7.
99. Fisher EW, Scadding GK, Lund VJ. The role of acoustic rhinometry in studying the nasal cycle. *Rhinology* 1993;31:57-61.
100. Rasp G. Akustische Rhinometrie: messung der früh- und spätphase der allergischen sofortreaktion bei der allergischen rhinitis. *Laryngorhinootologie* 1993;72:125-30.
101. O'Flynn P. Posture and nasal geometry. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1993;113:530-2.
102. Lundqvist G R, Pedersen OF, Hilberg O, Nielsen B. Nasal reaction to changes in whole body temperature. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1993;113:783-8.
103. Kase Y, Hilberg O, Pedersen OF. Posture and nasal patency: evaluation by acoustic rhinometry. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1994;114:70-4.
104. Lai VW, Corey JP. The use of acoustic rhinometry to quantitatively assess changes after intranasal allergen challenge. *Am J Rhinol* 1994;8:171-3.
105. Fisher EW, Liu M, Lund VJ. Airflow and the nasal cycle: nasal patency fluctuations after laryngectomy. *Am J Rhinol* 1995;9:175-8.
106. Unno T, Nagano E, Nonaka S, Fujita T, Wada T, Tanida M. Effects of vasoactive agents and their antagonists measured by acoustic rhinometry. *Am J Rhinol* 1994;8:165-70.
107. Rinder J, Lundberg JM. Nasal vasoconstriction and decongestant effects of nitric oxide synthase inhibition in the pig. *Acta Physiol Scand* 1996;157:233-44.
108. Nakamoto S, Sakakura Y, Pedersen OF, Ukai K. Evaluation of nasal passage patency after antigen and histamine challenge in guinea pigs by acoustic rhinometry. *Am J Rhinol* 1997;11:85-9.
109. Hilberg O, Grymer LF, Pedersen OF, Elbrond O. Turbinate hypertrophy: evaluation of the nasal cavity by acoustic rhinometry. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1990;116:283-9.
110. Grymer LF, Illum P, Hilberg O. Septoplasty and compensatory inferior turbinate hypertrophy: a randomized study evaluated by acoustic rhinometry. *J Laryngol Otol* 1993;107:413-7.
111. Elbrond O, Hilberg O, Felding JU, Andersen OB. Acoustic rhinometry, used as a method to demonstrate changes in the volume of the nasopharynx after adenoidectomy. *Clin Otolaryngol* 1991;16:84-6.

112. Elbrond O, Felding JU, Gustavsen KM. Acoustic rhinometry used as a method to monitor the effect of intramuscular injection of steroid in the treatment of nasal polyps. *J Laryngol Otol* 1991;105:178-80.
113. Lildholdt T. Surgical versus medical treatment of nasal polyps. *Rhinol Suppl* 1989;8:31-3.
114. Lenders H, Schaefer J, Pirsig W. Turbinate hypertrophy in habitual snorers and patients with obstructive sleep apnea: findings of acoustic rhinometry. *Laryngoscope* 1991;101:614-8.
115. Riechelmann H, Rheinheimer MC, Wolfensberger M. Acoustic rhinometry in pre-school children. *Clin Otolaryngol* 1993;18:272-7.
116. Pedersen OF, Berkowitz R, Yamagiwa M, Hilberg O. Nasal cavity dimensions in the newborn measured by acoustic reflections. *Laryngoscope* 1994;104:1023-8.
117. Buenting JE, Dalton RM, Drake AF. Nasal cavity area in term infants determined by acoustic rhinometry. *Laryngoscope* 1994;104:1439-45.
118. Roithmann R, Cole P, Chapnik J, Shpirer I, Hoffstein V, Zamel N. Acoustic rhinometry in the evaluation of nasal obstruction. *Laryngoscope* 1995;105:275-81.
119. Yamagiwa M. Acoustic evaluation of the efficacy of medical therapy for allergic nasal obstruction. *Eur Arch Otorhinolaryngol Suppl* 1997;1:S82-4.
120. Hansen BJ, Et al. Morphometrical evaluation of nosecasts to acoustic rhinometry and the noseadapter in acoustic rhinometry. *J Jpn Rhinol Soc* 1991;30:124-5.
121. Lai VWS, Corey JP. The objective assessment of nasal patency. *Ear Nose Throat J* 1993;72:395-400.
122. Buenting JE, Dalton RM, Smith TL, Drake AF. Artifacts associated with acoustic rhinometric assessment of infants and young children: a model study. *J Appl Physiol* 1994;77:2558-63.
123. Roithmann R, Cole P, Chapnik J, Zamel N. Reproducibility of acoustic rhinometric measurements. *Am J Rhinol* 1995;9:263-7.
124. Roth Y, Furlott H, Coost C, Roithmann R, Cole P, Chapnik J, et al. A head and tube stabilizing apparatus for acoustic rhinometry measurements. *Am J Rhinol* 1996;10:83-6.

125. Fisher EW, Boreham AB. Improving the reproducibility of acoustic rhinometry: a customized stand giving control of height and angle. *J Laryngol Otol* 1995;109:536-7.
126. Fisher EW, Morris DP, Biemans JM, Palmer CR, Lund VJ. Practical aspects of acoustic rhinometry: problems and solutions. *Rhinology* 1995;33:219-23.
127. Tomkinson A, Phil M, Eccles R. The identification of the potential limitations of acoustic rhinometry using computer-generated, three-dimensional reconstructions of simple models. *Am J Rhinol* 1996;10:77-82.
128. Tomkinson A, Eccles R. Acoustic rhinometry: do we need a standardized operating procedure? *Clin Otolaryngol* 1996;21:284-7.
129. Tomkinson A, Eccles R. Errors arising in cross-sectional area estimation by acoustic rhinometry produced by breathing during measurement. *Rhinology* 1995;33:138-40.
130. Sipilä J, Nyberg-Simola S, Suonpää J, Laippala P. Some fundamental studies on clinical measurement conditions in acoustic rhinometry. *Rhinology* 1996;34:206-9.
131. Corey JP, Gungor A, Nelson RH, Velde T. The effects of environmental noise on acoustic rhinomanometry. *Am J Rhinol* 1996;10:247-9.
132. Hilberg O, Jensen FT, Pedersen OF. Nasal airway geometry: comparison between acoustic reflections and magnetic resonance scanning. *J Appl Physiol* 1993;75:2811-9.
133. Min YG, Jang YJ. Measurements of cross-sectional area of the nasal cavity by acoustic rhinometry and CT scanning. *Laryngoscope* 1995;105:757-9.
134. Gilain L, Coste A, Ricolfi F, Dahan E, Marliac D, Peynegre R, et al. Nasal cavity geometry measured by acoustic rhinometry and computed tomography. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;123:401-5.
135. Mayhew TM, O'Flynn P. Validation of acoustic rhinometry by using the Cavalieri principle to estimate nasal cavity volume in cadavers. *Clin Otolaryngol* 1993;18:220-5.
136. Mayhew TM. The new stereological methods for interpreting functional morphology from slices of cells and organs. *Exp Physiol* 1991;76:639-65.
137. Fisher EW, Daly NJ, Morris DP, Lund VJ. Experimental studies of the resolution of acoustic rhinometry in vivo. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1994;114:647-50.

138. Sidell RS, Fredberg JJ. Non-invasive inference of airway network geometry from broadband lung reflection data. *J Biomech Eng* 1978;100:469-79.
139. Hoffstein V, Fredberg JJ. The acoustic reflection technique for non-invasive assessment of upper airway area. *Eur Respir J* 1991;4:602-11.
140. Fisher EW, Palmer CR, Lund VJ. Monitoring fluctuations in nasal patency in children: acoustic rhinometry versus rhinohygmometry. *J Laryngol Otol* 1995;109:503-8.
141. Hilberg O, Grymer LF, Pedersen OF. Spontaneous variations in congestion of the nasal mucosa. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1995;74:516-21.
142. Roithmann R, Shpirer I, Chapnik J, Szalai J, Cole P, Hoffstein V, et al. Acoustic rhinometry and the nasal provocation challenge in allergic rhinitis. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:A600.
143. Scadding GK, Darby YC, Austin CE. Acoustic rhinometry compared with anterior rhinomanometry in the assessment of the response of nasal allergen challenge. *Clin Otolaryngol* 1994;19:451-4.
144. Hilberg O, Grymer LF, Pedersen OF. Nasal histamine challenge in nonallergic and allergic subjects evaluated by acoustic rhinometry. *Allergy* 1995;50:166-73.
145. Rasmussen TR, Brauer M, Kjaergaard S. Effects of nitrous acid exposure on human mucous membranes. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:1504-11.
146. Akerlund A, Bende M, Murphy C. Olfactory threshold and nasal mucosal changes in experimentally induced common cold. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1995;115:88-92.
147. Rinder J, Stjärne P, Lundberg JM. Capsaicin de-sensitization of the human nasal mucosa reduces pain and vascular effects of lactic acid and hypertonic saline. *Rhinology* 1994;32:173-8.
148. Rinder J, Lundberg JON, Änggard A, Alving K, Lundberg JM. Effects of topical nasal decongestants, L-Arginine and Nitric oxide levels and nasal cavity volume in man. *Am J Rhinol* 1996;10:399-408.
149. Hytönen ML, Sala EL, Malmberg HO, Nordman H. Acoustic rhinometry in the diagnosis of occupational rhinitis. *Am J Rhinol* 1996;10:393-7.
150. Fisher EW, Palmer CR, Daly NJ, Lund VJ. Acoustic rhinometry in the pre-operative assessment of adenoidectomy candidates. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1995;115:815-22.

151. Kunkel M, Hochban W. Acoustic rhinometry: a new diagnostic procedure - experimental and clinical experience. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1994;23:409-12.
152. Fisher EW, Lund VJ, Scadding GK. Acoustic rhinometry in rhinological practice: discussion paper. *J R Soc Med* 1994;87:411-3.
153. Marais J, Murray JA, Marshall I, Douglas N, Martin S. Minimal cross-sectional areas, nasal peak flow and patients' satisfaction in septoplasty and inferior turbinectomy [abstract]. *Rhinology* 1994;32:145-7.
154. Tomkinson A, Eccles R. Comparison of the relative abilities of acoustic rhinometry, rhinomanometry, and the visual analogue scale in detecting change in the nasal cavity in a healthy adult population. *Am J Rhinol* 1996;10:161-5.
155. Passali D, Lauriello M, De-Filippi A, Bellussi L. Comparative study of most recent surgical techniques for the treatment of the hypertrophy of inferior turbinates. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 1995;15:219-28.
156. Márquez F, Cenjor C, Gutierrez R, Sanabria J. Multiple submucosal out-fracture of the inferior turbinates: evaluation of the results by acoustic rhinometry. *Am J Rhinol* 1996;10:387-91.
157. Hilberg O. Effect of terfenadine and budesonide on nasal symptoms, olfaction, and nasal airway patency following allergen challenge. *Allergy* 1995;50:683-8.
158. Zavras AI, White GE, Rich A, Jackson AC. Acoustic rhinometry in the evaluation of children with nasal or oral respiration. *J Clin Pediatr Dent* 1994;18:203-10.
159. Marchioro EM, Rizzato SD, Roithmann R, Lubianca JF. O efeito da expansao rápida da maxila na geometria e função nasal - relato de caso. *Ortodont Gaúcha* 1997;1:3-7.
160. Aitken RC. Measurement of feelings using visual analogue scales. *Proc R Soc Med* 1969;62:989-93.
161. Adamson P, Smith O, Cole P. The effect of cosmetic rhinoplasty on nasal patency. *Laryngoscope* 1990;100:357-9.
162. Beekhuis GJ. Nasal obstruction after rhinoplasty: etiology, and techniques for correction. *Laryngoscope* 1976;86:540-8.
163. Courtiss E, Goldwyn R. The effects of nasal surgery on airflow. *Plast Reconstr Surg* 1983;72:9-21.
164. Warren DW. A quantitative technique for assessing nasal airway impairment. *Am J Orthodon Dentofacial Orthop* 1984;86:306-14.

165. Warren DW. The relationship between nasal airway cross-sectional area and nasal resistance. *Am J Orthodon Dentofacial Orthop* 1968;92:390-5.
166. Hilberg O. Report from the Committee on objective assessment of the nasal airway - acoustic rhinometry. *Rhinology*. In press 1997.
167. Masing H. Experimentelle untersuchungen über die strömung im nasenmodell. *Arch Klin Exp Ohren Nasen Kehlkopfheilkd* 1967;180:59-70.
168. Cole P, Roithmann R, Roth Y, Chapnik J. Measurement of airway patency - a manual for users of the Toronto Systems and others interested in nasal patency measurement. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1997;106(Suppl 171):1-23.
169. Eccles R, Lancashire B, Tolley NS. Experimental studies on nasal sensation of airflow. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1987;103:303-6.
170. Burrow A, Eccles R, Jones AS. The effects of camphor, eucalyptus and menthol vapour on nasal resistance to airflow and nasal sensation. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1983;96:157-61.
171. Cole P. Nasal and oral airflow resistors. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1992;118:790-3.